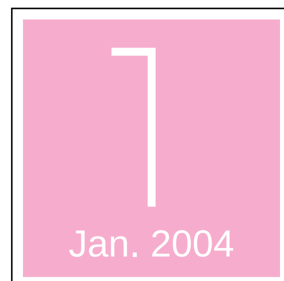
昭和40年6月3日　第三種郵便物認可　平成16年1月10日発行（年6回1，3，5，7，9，11月の10日発行）富士時報　第77巻　第1号（通巻第824号）　ISSN 0367-3332

e-Front runners

富士時報

FUJI ELECTRIC JOURNAL



Vol. 77　No. 1

技術成果と展望



富士電機グループ

2003年10月1日，富士電機は「純粋持株会社制」へ移行。新しい富士電機グループがスタートしました。

富士電機ホールディングス株式会社

「富士電機（株）」は全事業を分割し商号を変更した上で，グループの戦略企画機能に特化する「戦略型本社」として，グループ全体の企業価値を最大化していきます。

富士電機システムズ株式会社

「電機システムカンパニー」の事業を承継。情報システム，環境システム，エネルギー，電機・交通システムなど，社会的インフラを担う分野に，新しいソリューションを提案する企業としてあらたにスタートしました。

富士電機機器制御株式会社

「機器制御カンパニー」を母体に，FAコンポーネントと中小システム分野で幅広く展開する制御機器メーカーとして発足。国際規格対応，安全性，信頼性，環境性，小型・省スペース化，省エネなどでさまざまなニーズに応えます。

富士電機デバイステクノロジー株式会社

半導体デバイス，ストレージデバイス，画像デバイスの分野をグローバルに展開する電子デバイスメーカーとして，「電子カンパニー」を母体に発足。精密化，高密度化，複合化の最先端テクノロジーを実現します。

富士電機リテイルシステムズ株式会社

自動販売機，コールドチェーン機器，通貨関連機器などの製造・販売・サービスを一体化させ，2003年4月1日に発足。時代，環境，消費者ニーズに対応する「快適商空間の創造」を推進します。

富士電機アドバンストテクノロジー株式会社

「（株）富士電機総合研究所」に情報関連システムなどの開発部門および生産技術研究開発部門を統合し，グループの総合研究部門として発足。基礎技術および共通コア技術の研究開発，新規事業創出の中心を担います。

富士ライフ株式会社，富士電機情報サービス株式会社，富士電機フィアス株式会社 など

富士物流株式会社，富士電機工事株式会社 など

より市場に近いところでお客様のニーズをとらえ，お客様はもちろん
地球や，社会のためにわたしたちが何ができるかを，これまで以上に考えていくために
富士電機グループは「純粋持株会社制」に移行しました。
明確なビジョンで，明快なソリューションを。
機動的，スピーディな事業運営のもと，一社一社が，そしてひとりひとりが「e-Front runners」として
業界で最高レベルの製品・サービスで，最大の満足をお客様に提供していきます。

新しい富士電機グループを，今後ともよろしくお願いいたします。

e-Front runners
富士電機グループ

富士時報

FUJI ELECTRIC JOURNAL

1 Jan. 2004

Vol. 77 No. 1

技術成果と展望

目　次

表紙写真



2003年10月1日，富士電機(株)は富士電機ホールディングス(株)を持株会社とする「純粋持株会社制」に移行した。富士電機システムズ(株)，富士電機機器制御(株)，富士電機デバイステクノロジー(株)，富士電機リテイルシステムズ(株)，富士電機アドバンストテクノロジー(株)が中心となって「自己責任経営」のもと，機動的・スピーディな事業運営を実現し，より市場に近いところでお客様のニーズを身近にとらえ，業界で最高レベルの製品・サービスをもってお客様に最大の満足を提供していきたい。

表紙写真は，各事業会社が展開する製品群を背景に，富士電機グループのシンボルマーク（Fe）とステートメント（e-Front runners）を配して，業界最強の専業集団を目指す，富士電機グループの新たなスタートをイメージしている。

新しい年を迎えて

新年明けましておめでとうございます。

皆様方には佳き新春をお迎えのこととお慶び申し上げます。

富士電機グループは 2003 年 10 月 1 日付で，各事業部門を独立会社にして分社化する純粋持株会社制へ移行しました。「富士電機ホールディングス株式会社」が持株会社となり，小さな戦略本社としてグループ全体の戦略策定を行います。パワーエレクトロニクスシステム，情報・サービスソリューション，環境システム，エネルギー関連分野などは「富士電機システムズ株式会社」に，電気器具，インバータやサーボ機器などシステムコンポーネント分野は「富士電機機器制御株式会社」，そして半導体，磁気記録媒体や感光ドラムなど電子コンポーネント分野を「富士電機デバイステクノロジー株式会社」に分社化しました。これらと，2003 年 4 月に分社化しました，自動販売機やオープンショーケースなどを扱う「富士電機リテイルシステムズ株式会社」とで中核事業会社を構成します。加えて，研究開発部門は「富士電機アドバンストテクノロジー株式会社」，人事，財務などのサービス部門はそれぞれ共通サービス会社に集約しました。純粋持株会社化は，富士電機グループにとっては「第二の創業」とも言える大改革ですが，これをばねにして「業界最強の専業」集団への歩みを加速していきます。

この新体制の初年度となる 2003 年の経営環境は，前半はイラク情勢，SARS（重症急性呼吸器症候群）問題など不透明感が強い中で，全体としては横ばいで推移しました。後半に入り設備投資と輸出環境の好転を通じて，底打ちから持ち直しに向けた動きが見られましたが，同時に進行した円高は景気の懸念材料として先行きを不透明なものにしています。

富士電機グループの事業におきましては，国内市場では，工作機械や半導体製造装置などの機械メーカー向けの需要に回復の兆しが見られましたが，受配電向けは停滞が続き，電力や公共投資関連も冷え込みが続きました。海外市場では，中国を中心とするアジア向け輸出が，電気器具，インバータ，パワー半導体などで伸びました。

2003 年は，富士電機グループの第二次中期経営計画（2003 年度～ 2005 年度）のスタートの年でもありました。基本となる考え方は，技術開発力の強化をベースとした新事業・新製品の創出による売上げの拡大，中国市場への取組み強化による海外事業の拡大，コスト構造の徹底的な変革などにより，デフレ下でも企業価値を創出することにあります。水・環境，サービスソリューション，パワーエレクトロニクスシステム，インバータ，パワーデバイス，自動販売機・フード関連など 10 の注力事業と，新事業として，有機 EL，太陽電池，燃料電池に重点的に取り組んでいきます。これらの事業を中心として「業界最強の専業」集団からなる，グループとして最適な事業ミックスの実現を目指していきます。

研究開発においても，重点的に取り組む機種を明確にし，選択と集中をより強化いたします。そして，グループの技術開発戦略と事業個々の製品戦略を統合し，コア技術の強化による差別化技術の革新を一層促進し



ていきます。本号では，2003 年に成果をあげた主要な技術開発，製品開発のご紹介をさせていただいております。

富士電機システムズ株式会社では，現場系の制御システムを核として経営情報までの垂直統合を目指した製造業向けの製造指示・実行システム，細菌などを確実に除去できる膜沪過による浄水システムの開発に取り組みました。パワーエレクトロニクス応用システムとしては，並列運転可能な中大容量 UPS のシリーズ化や，小型化・高速化した高圧インバータの開発を行いました。

富士電機機器制御株式会社では，中国市場向けに電磁開閉器，配線用遮断器など主要機器の CCC（中国強制製品認証制度）認証品をシリーズ化し，インバータではファン・ポンプ用途に低価格な「FRENIC-Eco」を，ミニ UPS では常時インバータ方式に匹敵する性能で常時商用方式に近い変換効率を実現した「GX シリーズ」を製品化しました。

富士電機デバイステクノロジー株式会社では，幅広い入力電圧範囲，出力電圧可変制御に対応した高効率マルチチャネル電源 IC や，トレンチゲートと薄ウェーハ技術によりオン電圧を低減し，駆動回路を最適化したインテリジェントパワーモジュール「U-IPM シリーズ」を開発し，従来品に対して 20 %の損失低減を実現した IGBT モジュール「U シリーズ」の製品化を行いました。磁気ディスク媒体分野では，垂直磁気記録方式で 162 G ビット/in^2 の性能実現の見通しを得ました。

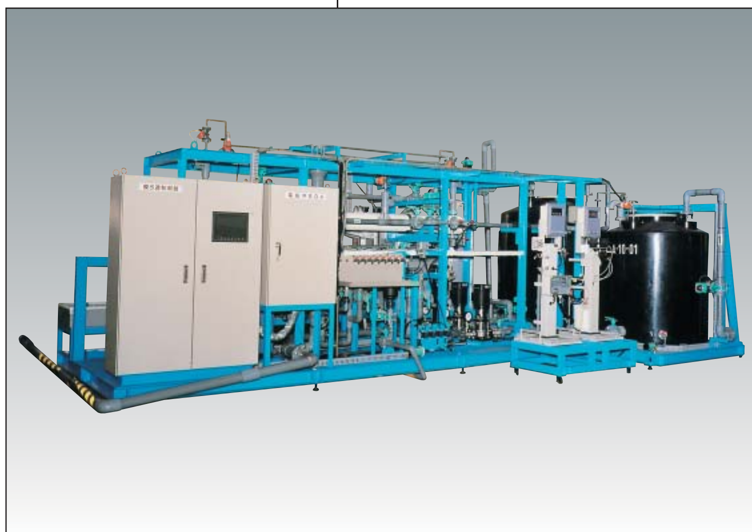
富士電機リテイルシステムズ株式会社では，自動販売機で，新断熱構造や冷却システムの高効率化により省エネルギー法で設定された 2000 年度比約 30 %の電力消費量削減にめどをつけました。コンビニエンスストア向け店舗システムでは，現場工期の短縮やリユース性を大幅に向上する「エコロユニット」を開発しました。通貨・カード機器では，アンテナ技術やセキュリティ技術に特徴を持つ非接触 IC カード機器の開発を進めました。

富士電機アドバンストテクノロジー株式会社では，電子デバイス分野で，MOSFET の低オン抵抗化や業界初の逆阻止 IGBT の開発を行いました。パワーエレクトロニクス分野では，逆阻止 IGBT を用いたマトリックスコンバータを試作し，エレベータなどへの適用を目指して評価を進めています。環境分野では前処理から廃液処理までを含めたメタン発酵システムの開発に取り組みました。新規事業分野では，有機 EL は 130 ppi（ピクセル/インチ）の精細度と高コントラストを実現しました。また，準量産設備の導入を行い実用化を目指しています。太陽電池では業界最大級の金属屋根一体型モジュールを開発しました。固体高分子形燃料電池では発電効率や電池寿命の向上に取り組み，着実に成果を上げています。

富士電機グループは，独創的な技術に積極的に取り組み，お客様のご期待に応え，最大の満足を提供できるよう今後も全力で研鑽に励んでまいります。皆様のご指導・ご鞭撻を心よりお願い申し上げます。

富士電機ホールディングス株式会社
取締役社長　沢 邦彦

浄水場用膜沪過システム



浄水場用膜沪過システムは，富士電機のプラントエンジニアリング技術と欧米で豊富な実績を有するオランダ NORIT/X-FLOW 社の先進の膜沪過技術を融合したシステムである。本システムによりクリプトスポリジウムをはじめ細菌や濁質を確実に除去し，清澄で安全な水を提供することができる。主な特徴は次のとおりである。

(1)　膜モジュールを水平設置することで，省スペースが図れ，膜交換も容易である。

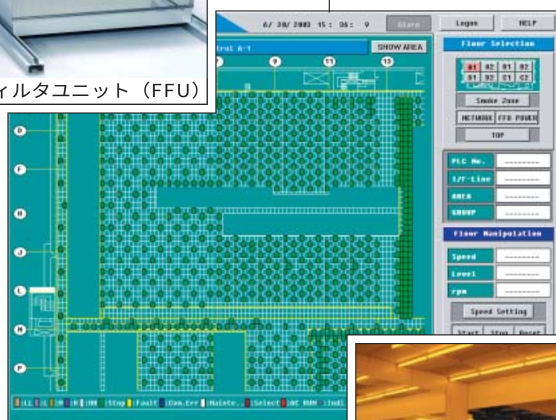
(2)　沪過・逆洗工程はもとより独自の逆洗方法により，従来のオフライン薬品洗浄が不要にでき，完全自動化が図れる。

(3)　膜沪過水中の微粒子および濁度を連続測定することで，膜の健全性と沪過水の安全性を常時監視できる。

台湾大手液晶工場向け大規模クリーンルームシステム



ファンフィルタユニット（FFU）

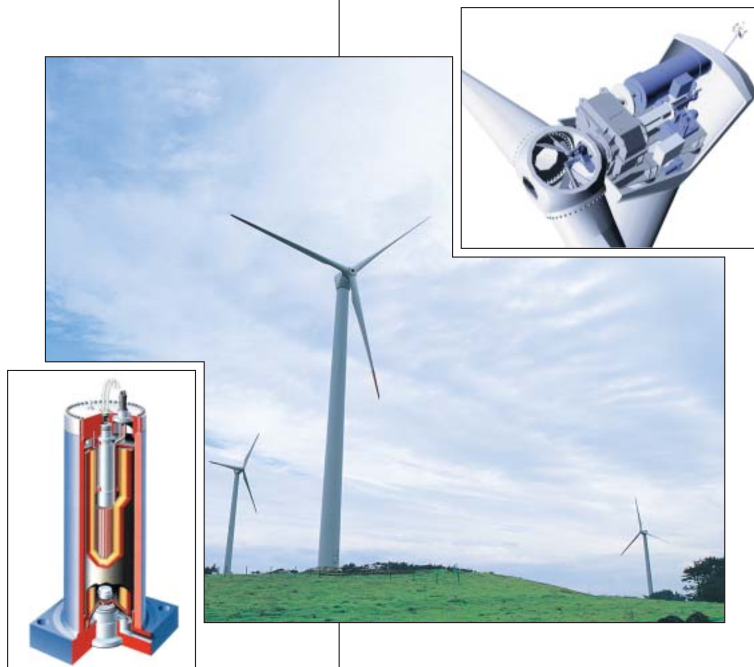




液晶市場は近年，国際的（日本，韓国，台湾）な競争により，設備投資の削減および立上げのリードタイム短縮が必要となってきている。富士電機はこのような要求を満たした大規模クリーンルーム（50,000 m^2）を台湾の大手液晶工場向けに納入した。主な特徴は次のとおりである。

①気流シミュレーションにより，自動搬送設備稼動状態における最適な FFU 吹出し風速や床形状などの仕様を確立した。②容易に FFU の吹出し風速を可変にできる新型 DC タイプ FFU を採用し，現地調整時間を短縮した。③液晶の生産性向上に寄与するケミカルフィルタを納入した。④配管，ダクトなどの衝突を自動的に検出できる三次元 CAD の採用により，従来の人間によるチェック漏れをなくした。

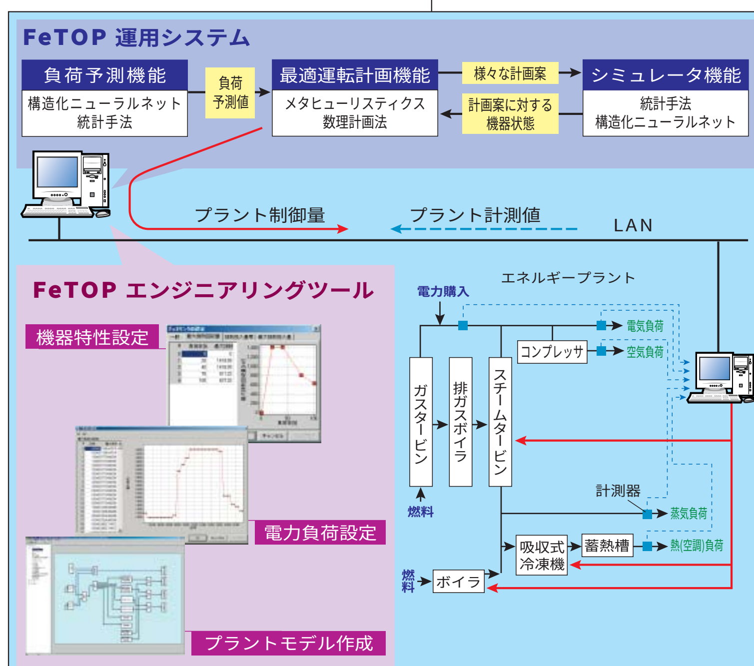
島根県企業局風力発電所



2003 年 4 月に DeWind 社と国内代理店契約を締結し，富士電機製の系統連系設備に加えて風力発電機の販売および風力発電プラント一式の納入も事業範囲として展開可能になった。

2003 年 9 月 27 日，島根県企業局「隠岐大峯山風力発電所」で運転開始式が行われた。DeWind 社製 600 kW 風車は，地元の小学生により，1 号機が「風太（ふうた）」，2 号機が「風花（ふうか）」，3 号機が「風丸（かぜまる）」と命名され，隠岐島全体のおよそ 15 %にあたる約 1,500 世帯相当の電力量を供給している。また，ランダムな風速変動に伴う風力発電機の出力変動の影響を抑制するため，日本で初めて超高速フライホイール電力安定化装置を併設し，電圧や周波数変動を規定値以内で安定に制御している。

最適化エネルギーマネジメントシステム「FeTOP」



「省エネルギー法」改正後の省エネルギー目標を達成するためには，高効率のエネルギー機器への交換だけでなく，エネルギー設備全体の最適化が必要である。富士電機はこの最適化を実現する FeTOP を開発・製品化した。FeTOP は，数式化できない設備の運用ルールなどを考慮できる最適化アルゴリズムを実用化した業界初のエネルギーマネジメントシステムである。これは工場やビルに電気，熱，蒸気などを供給するエネルギープラントにおいて，各種負荷の予測値をもとに，目的に合った最適な運転計画を立案し運用することで，エネルギーコストや CO_2 の削減を実現する。さらに，エンジニアリング機能により，エネルギーコストや CO_2 排出量をシミュレーションすることもできる。

新型高圧真空遮断器「マルチ VCB シリーズ」



7.2 kV，12.5 kA，600 A 定格の真空遮断器である「マルチ VCB シリーズ」について，VCB 本体の小型化と補助接点数の増大を図り，合わせて受配電盤の取付け機器削減と簡素化を狙いとした新型「AUTO・V」を開発した。新型 AUTO・V の主な特徴は次のとおりである。

(1)　小型・高性能なワイドレンジ CT を搭載

- ○広範囲な適用設備容量：170 ～ 4,400 kVA
- ○過電流耐量 12.5 kA，過電流定数 $n > 20$
- ○電流計測が可能（計測用の別置 CT 不要）

(2)　ディジタル形多機能リレー採用で機能充実。計測機能および保護機能は以下となる。

計測：電流，電圧，電力，力率，周波数

保護：過電流，地絡，過電圧，不足電圧

(3)　ネットワークインタフェースを装備

VCB の状態監視や計測量の伝送が可能

グローバル対応ミニ UPS「GX シリーズ」



常時インバータ方式の UPS に匹敵する出力性能で，しかも常時商用方式に近い変換効率を実現した，新ミニ UPS「GX シリーズ」を開発・製品化した。

容量系列は 700 VA，1,400 VA，3,000 VA で自立タイプとラックタイプを用意している。この新シリーズ UPS は“ Dual conversion ”方式という新しい回路方式を採用し，高性能，高効率を実現した。しかも，小型・軽量で，700 VA，1,400 VA のラックタイプは高さ 1 U（44 mm）と場所をとらない省スペース対応となっている。2003 年 12 月にヨーロッパ向け 230 V シリーズを発売し，2004 年 4 月から国内向け 100 V シリーズを順次発売する予定である。

ファン・ポンプ用インバータ「FRENIC-Eco シリーズ」

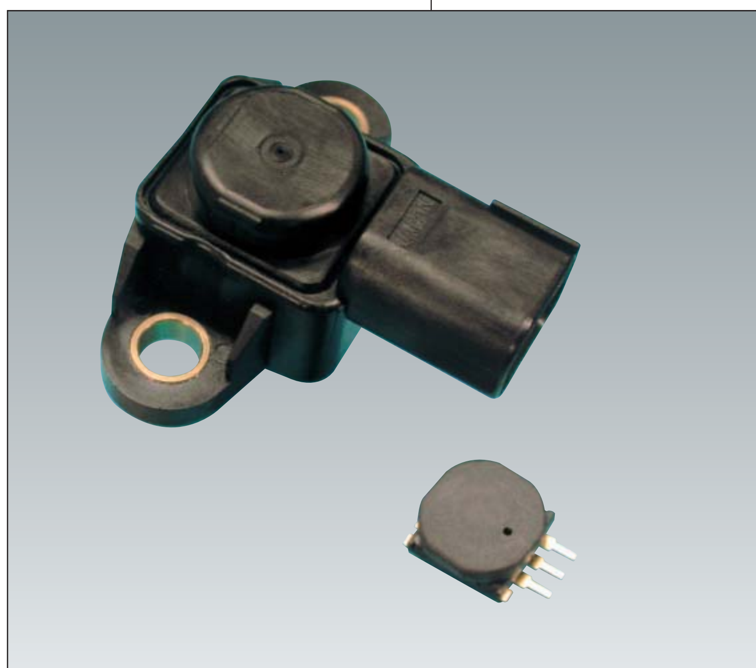


「FRENIC-Eco シリーズ」はファン・ポンプ用途に必要な機能に特化して専用設計したインバータで，ファン・ポンプに使用される場合に，より使いやすく安価に提供できる商品である。今回の開発では 5.5 ～ 75 kW まで完了し，0.75 ～ 500 kW まで順次拡大を計画している。また，準標準品として，直流リアクトルや EMC ノイズフィルタを一体化したシリーズも計画中である。そのほかの主な特徴は次のとおりである。

①商用運転切替え機能，② PID 制御機能，③自動省エネルギー運転機能，④制御電源補助入力端子，⑤長寿命ファン搭載，⑥電力量モニタ。

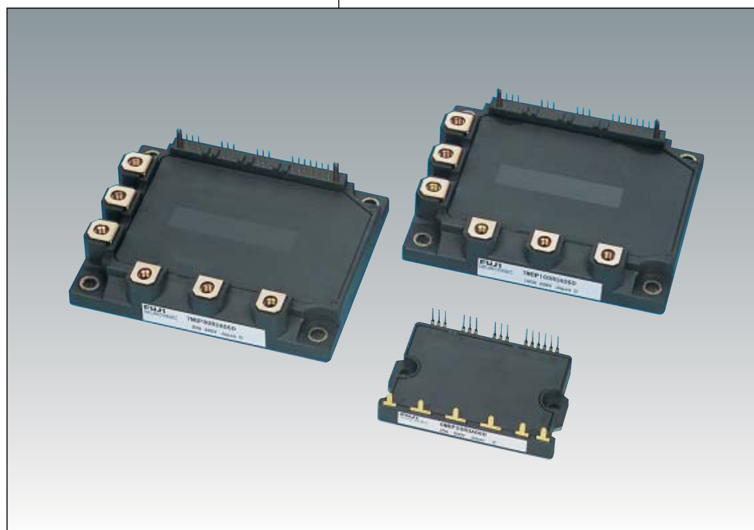
また EC 指令，UL 規格対応などグローバル化を図っており，海外市場での展開が大きく期待できる。

車載用ディジタルトリミング型圧力センサ



CMOS プロセスによる EPROM を用いたディジタルトリミング型圧力センサの量産を開始した。圧力センサのチップ機能として，①圧力をひずみ（抵抗値変化）に変換するゲージ，②高分解能・高信頼性 EPROM 調整回路，③高精度増幅回路，さらに車載用として要求レベルの高い，④ EMI フィルタ回路，⑤サージ保護回路，⑥真空基準室などがある。これらすべての機能をワンチップに内蔵させ，低コスト，高精度の絶対圧測定が可能な圧力センサを実現している。このチップを標準パッケージに搭載した製品として，エンジン吸気圧測定用スタンドアロンタイプと，大気圧補正などに用いる基板実装型セルタイプがある。

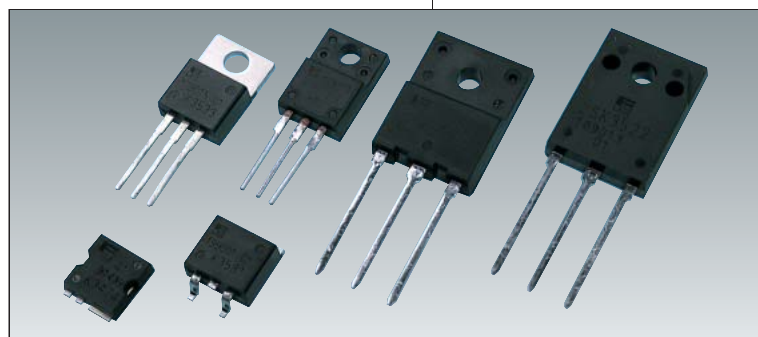
インテリジェントパワーモジュール「U-IPM シリーズ」

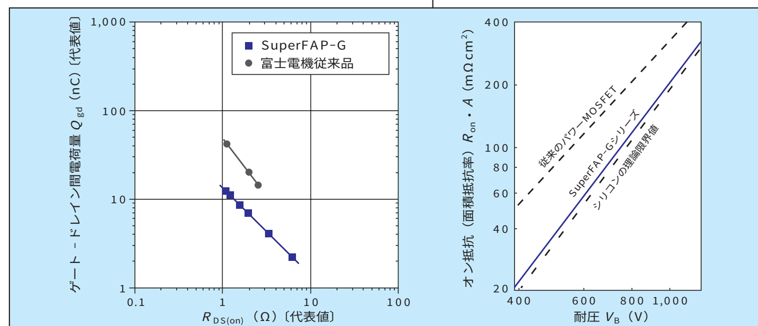


産業用サーボアンプなどの電力変換装置の制御性向上を目的とした高周波化を背景に，パワーモジュールのさらなる低損失化の要求が高まっている。これらの要求に対して富士電機は，IGBT にトレンチゲートおよび薄ウェーハ技術の適用によりオン電圧の低減を実現した。また，駆動回路の最適化と FWD のソフトリカバリー化によりスイッチング損失の低減と放射ノイズ抑制の両立を実現し，既存品である R-IPM3 に対してトータル損失で 18 %低減した U-IPM シリーズを開発した。

- ○機種系列： 20 ～ 200 A/600 V
- ○ $V_{CE\ (sat)}$ ： 1.6 V（代表値，25 ℃）
- ○パッケージ：既存 R-IPM3 互換（200 A 品は P611 パッケージで系列開発中）

900 V 系超高性能パワー MOSFET「SuperFAP-G シリーズ」





各種電子機器に搭載されるスイッチング電源では，省資源・省エネルギーの観点から，小型，高効率化などのニーズが非常に高くなっている。この要求に対応するために従来の 600 V 系に加え，今回 AC200 V 入力のスイッチング電源用に新たに 700 ～ 900 V 耐圧の低損失・超高速パワー MOSFET「SuperFAP-G シリーズ」の開発・系列化を行った。SuperFAP-G シリーズは，富士電機独自の新技術の適用によりシリコンの理論限界に対し 10 %以内に迫る画期的な低オン抵抗を実現し，また同時に高速化を図り，性能指数（FOM ＝ R_{on} × Q_{gd}）も従来品に比べ約 4 倍に向上している。この SuperFAP-G シリーズの適用により，従来比約 30 %の低損失化が実現可能となった。

フローズン飲料対応カップ自動販売機

エスプレッソやカプチーノなどの飲料を，フローズン飲料として販売できる自動販売機を世界で初めて開発した。設置場所の拡大や売上げ増など，市場の活性化ができる機材として高い評価を得ている。おいしい飲料を提供するために，コーヒー抽出方式やフローズン飲料の氷量安定化，トッピングの微量吐出が重要な課題となり次のように解決した。

(1)　コーヒー抽出圧力を可変にしレギュラーとエスプレッソ抽出を1台で可能とした。
(2)　氷定量センサの採用と，シュータに付着した氷を湯で流すことにより氷量を安定化させた。
(3)　小型新キャニスタの開発によりシナモンなど0.1 g程度の微量吐出が可能となった。
(4)　見栄えのよいプラスチック（透明）カップやスプーン付きのストローを採用した。



コンビニエンスストア向け店舗システム「エコロユニット」





郊外型コンビニエンスストア向けに開発した「エコロユニット」は，工場生産によるユニットと，パネルを併用する建築工法を採用した店舗システムである。新規店舗投資に関する顧客ニーズを満たす次のような特徴を持ち，すでに50店舗に導入されている。

(1)　店舗の工場生産と設備組込みにより，着工から竣工（しゅんこう）までの工期を在来工法の1/3～1/4に短縮可能である。
(2)　効率的な工場生産，構造の最適化による鋼材使用量の削減と上述の短工期により建築コストを約10 %削減可能である。
(3)　現場工事に伴う廃材や騒音を大幅に削減でき，将来，店舗そのものをリユースできるといった他の工法には見られない優れた環境対応を実現している。

マトリックスコンバータ

近年，インバータは小型化，高効率化の要求が高まっている。富士電機では，電源電圧から任意の周波数と大きさの交流電圧に直接変換するマトリックスコンバータを開発した。この特徴は，①逆阻止 IGBT 採用による高い変換効率（回生コンバータ＋インバータ方式に比べ損失 2/3 以下），②ダイレクト保護方式による小型保護回路の実現，③仮想 AC-DC-AC 変換方式による高いモータ制御性能，である。また，大型フィルタなしに入出力電流高調波が抑制（入力電流ひずみ率 5 %）でき，高調波ガイドラインを満足するうえ，負荷電力の回生も容易に行える。今回試作した装置は盤のサイズを従来のシステムに比べ 1/2 以下にできた。今後はまず，エレベータ，クレーンなどの垂直搬送用途に適用する計画である。



高精細度有機 EL パネル



富士電機は色変換方式（CCM 方式）でフルカラー有機 EL ディスプレイの開発を行っている。CCM 方式は他社採用のフルカラー化方式と比較して，高精細・大面積の点で有利であるといわれている。富士電機では，2003 年，パッシブマトリックス駆動（PM 駆動）パネルの精細度を 75 ppi から 130 ppi まで向上させ，CCM 方式パネルの優位性を示した。開発した技術は PM 駆動有機 EL パネルでは初めての多層配線技術である。精細度の向上に伴い配線数が増加し，平面内に配置するのが困難になる問題をこの技術開発により解決した。高精細 PM 駆動有機 EL パネルの実現で，その応用範囲の拡大を目指していく。

（ppi：1 インチあたりのピクセル数）

固体高分子形燃料電池発電装置

富士電機は，出力 1kW の天然ガス改質方式の固体高分子形燃料電池（PEFC）システムにて，送電端発電効率 35 %を達成した。

このシステムは，富士電機にとって二次試作機となるもので，一次試作機と比較して次の改良を施した。

○セルスタックの信頼性向上
○改質系機器一体化による高効率化
○システムの簡素化などによるコンパクト化
○排熱利用温度の向上（60 ℃→ 75 ℃温水）

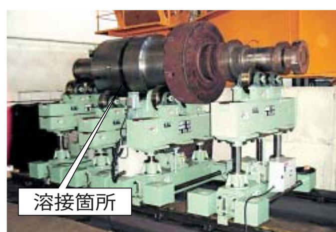
これらによって，二次試作機は，発電効率，本体容積ともに商品機としての要求仕様をほぼ満足し，世界最高レベルを達成した。

今後は，実用化に向けて 2004 年度までに耐久試験を行うとともに，コストダウンに注力する。



蒸気タービンロータの異種材料溶接技術

タービンロータの異種材料の狭開先溶接



溶接前のロータ外観
φ960×L4,000（mm）



最終層溶接部表面（67層）

蒸気タービンの高温・高圧部と低温・低圧部のロータには，それぞれ使用条件に適した機械的特性を有する材料が用いられている。

富士電機は，この両者のロータを溶接によって一体化する異種材料の深い溝の狭開先溶接技術を開発した。実機サイズのロータを試作し，多層溶接部の非破壊試験（超音波，残留応力ほか），機械的特性試験（引張強度，衝撃値ほか）など一連の検証試験を行い良好な結果を得た。

材料には高温・高中圧ロータに 1 % Cr 鋼，低温・低圧ロータに 3.5 % Ni 鋼を使用したが，別材料の組合せも可能である。

今後は製品としての 1 ケーシング再熱・非再熱タービンへの適用を図る。

全員で新しい商品作り



伊藤　晴夫（いとう　はるお）
富士電機システムズ株式会社
取締役社長

2003 年 10 月 1 日に新生「富士電機システムズ株式会社」としてスタートしましたが，これまでに多くの方々から激励や期待の言葉をいただいています。純粋持株会社化に伴う事業会社としての取組み，特にプラントやシステム分野において新しいソリューションやサービスを，いかにしっかりした事業の柱として伸ばしていくかが注目されているもの，と認識しています。

そこで私たちは，「水環境」「エネルギーソリューション」「パワーエレクトロニクス」および「情報ソリューション」を四つの柱として事業の中心におくとともに，従来の基盤事業である発電や産業プラントをサービス化，IT 化してより強い事業とすることに取り組んでいくこととしました。これらを成功させるためには，自社の持つ強い技術・商品力を活用しつつ，大学・研究機関やパートナー企業など外部との連携も併せて戦略機種の整備とソリューション能力の向上を図り，グローバルに高いポジションを取っていくことが不可欠です。一方，私たちが取り組むソリューションビジネスは総合力が勝負を決めますが，あくまでも個別のコア技術や商品が強いことが前提です。すなわち，総合的なエンジニアリングと，強い特徴ある機種や技術の組合せでソリューションが成功することになるわけです。しかしながら，従来の開発はややもすればテーマが広範囲にわたる，開発期間が長い，キャッチアップ型に成りがちなどのきらいがありました。また，社員も「おらが商品」「市場を席巻する商品」を開発，販売することよりも「どんな商品でも対応できます」と百貨店的な対応を図ってきたことが否定できず，それにより個々の商品では専業メーカーに負けつつあったものと考えます。

こうしたことを踏まえ，2003 年度からの中期計画において全社共通の戦略機種とセグメントごとの特徴ある戦略機種を設定し，その開発に経営資源を集中してきています。具体的には，研究開発中期計画の中で最終目標を R & D の対売上高比率を 5 %，新製品の対売上高比率を 30 %とおいて，先駆的技術と分野をブレイクスルーできる新商品を事業の柱としていきたいと考えています。もちろん，並行して開発効率の向上，スピードアップを図ることが必要であり，そのために外部との共同研究や事業展開に合わせた協業も視野に入れていきます。

開発の重要テーマの例をあげますと，「情報ソリューション」の柱である MES（生産管理システム），計測では目指すべき商品は MES と PAS（プロセスオートメーション）およびセンサ（工業計器）を統合したシステムです。主なコンポーネント技術は，センシング，コントロール，ネットワークおよび情報管理システムから構成されます。この分野では，ドイツ・シーメンス社と相互の強い技術を活用し，さらに共同開発，製造分担を行うことでスピーディに成果を出し，グローバルなシェア拡大を図っていきます。

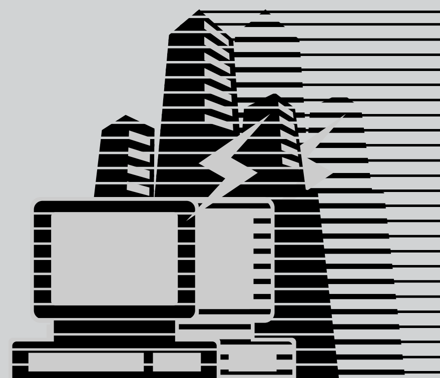
環境分野では「水環境ビジネス」に取り組む「水環境メーカー」となるべく，従来から重点的に行っているオゾン高度処理技術の開発の加速推進を図るとともに，新たに水道や産業向けの膜処理プラントの開発をスタートさせましたが，ここでは特に国内外の大学や企業と連携した開発に力を入れています。将来的には環境ホルモン問題解決のためのバイオアッセイ（基礎研究の段階）などのセンシング技術と，膜やオゾンの処理技術，さらには情報処理技術を加えて，地球上の「水循環」をマネジメントできる企業を目指します。

パワーエレクトロニクス分野はパワー半導体（コンポーネント）を開発してきた DNA に加え，最先端制御技術をベースに開発された交通車両向け駆動機器「新幹線のぞみ用電源」やコンピュータ用安定化電源装置「UPS」，さらに産業用大型整流設備「S フォーマ」など，自主技術で特色ある商品を生み出してきています。この分野では省エネルギーや効率化をさらに追求した商品を生み出していきたい，と考えています。

ほかにも，エネルギーマネジメントや新エネルギーを含めた発電分野などで特色ある商品の具現化を図ります。

最後になりましたが，私たちは全社一丸となって「顧客が望む新しい商品開発」に邁進してまいりますが，多岐にわたる取組みでもあり，関係各位のご支援・ご協力をお願いいたします。

e-ソリューション



行政情報ソリューション
企業情報ソリューション
情報サービス
制御コンポーネント
計測コンポーネント
エネルギーソリューション
放射線機器・システム

展　望

行政情報ソリューション分野では，2001 年から始まった電子自治体の構築がシステムの共同利用による電子自治体の構築へと新しい局面への展開を背景に，豊富な納入実績を持つ電子自治体向け「e 自治体 文書管理システム」を共同利用型へ機能拡張，さらに文書管理システムと密接に連携する電子申請システムにおいても共同利用が可能なシステムを開発し，申請業務から文書管理業務まで一貫して業務処理が行えるシステムを実現している。今後は，支援業務も含め共同利用化による電子自治体の実現に貢献していく。

企業情報ソリューション分野では，競争優位に立つための高付加価値商品の短期開発，量産体制の早期構築，市場変化に柔軟に対応できる生産調整などの新たな企業情報ソリューションが求められている。富士電機では，経営との垂直統合により現場情報の「見える化」を図る製造実行システム（MES）と食品トレーサビリティ，環境に優しくコストを低減するためのエネルギー最適運用システム，企業情報環境を活性化するワークフロー「ExchangeUSE」，新しい農業情報システムなどを提供している。

ソリューションコンポーネントでは，設計工程リードタイムの短縮と原価低減実現のために設計情報の可視化を行う PLeM（Product Lifecycle e Management）ソリューション，「現場の見える化」を実現する B to M（Business to Machine）ソリューションを提供している。

情報サービス分野では，セキュリティソリューションとしては内部漏洩（ろうえい）対策として端末からの情報持ち出しの制限機能とリスク分析～チューニングサービスを，サービスビジネス向けにはお客様のシステムを 365 日 24 時間で運営サービスするマネージサービスソリューション，コールセンターをアウトソーシング運営するコールセンターラボソリューションを提供している。

制御コンポーネント分野では，設備投資需要の低迷による安価な製品への要求を背景に，機器コストダウンおよびエンジニアリングコスト低減のため，実績ある制御ノウハウのパッケージ化に取り組んだ。制御装置としてはコストを抑制しつつ，高信頼な PLC ベースのハイブリッド制御システム「Jupiter」，低価格かつオープンな Ethernet 接続を実現したフィールドコントロールユニット「FCU-40」などを製品化した。

計測コンポーネント分野では，生産現場が情報ネットワーク化しつつある。計測機器にも多様なフィールドバスへの対応とフィールド情報端末としてのインテリジェント化が求められ，この要求に対応した本質安全防爆仕様の圧力発信器を開発した。また，設備投資抑制に伴う既存設備の維持管理のニーズに応えるためフィールド Web アダプタを開発し，Web 経由でどこからでも遠隔監視できる環境を提供している。

エネルギーソリューション分野では，新・省エネルギー技術と実績のある系統制御技術，配電自動化技術，計量技術，系統解析技術，パワーエレクトロニクス技術などとの融合によるトータルエネルギーマネジメントビジネスを積極的に展開している。新エネルギーの分野では，ドイツ・Dewind 社との提携による風力発電における EPC（Engineering Procurement Construction）事業の本格的展開，燃料電池発電や太陽光発電，マイクロ水力発電などの普及拡大を推進している。また，新エネルギーおよび分散電源の導入促進を目指す国家プロジェクトへの参画や，省エネルギー対策として期待の大きい ESCO 事業，省エネルギー提案などを展開し，お客様に地球環境問題への対応，エネルギーコストの低減，エネルギークオリティ（電力品質）の確保というトータルソリューションの提供を推進している。

放射線機器・システム分野では，核燃料再処理施設や大強度陽子加速施設建設が進行し，これらの施設向け放射線管理設備として中性子計測や加速器独自のバースト状放射線計測の機能を持ったエリアプロセスモニタが開発され，高速データ収集システムが導入されていく。個人線量管理では，電子式線量計への置換えが進行し，γ線線量計ではなく，多線種測定線量計の導入や無線通信によるデータ収集の採用が増えていく。医療分野では，医療用 PET 施設の建設が進み，比較的高エネルギーγ線計測に適合した放射線管理設備の導入が進行していく。

行政情報ソリューション

1　e 自治体 文書管理システム

富士電機では，豊富な納入実績を持つ電子自治体向け文書管理システム「e 自治体 文書管理システム」を共同利用型へ機能拡張した。

自治体は，共同利用化により文書管理システムの導入コスト削減と文書事務の電子化への素早い対応を実現することができる。

本システムの特徴は次のとおりである。

(1)　多くの導入実績に基づいた業務ノウハウにより，実業務にマッチした非常に使いやすいシステム

(2)　自治体の文書管理の電子化に合わせて，順次機能アップが可能な導入方式

(3)　行政文書の全ライフサイクルサポート

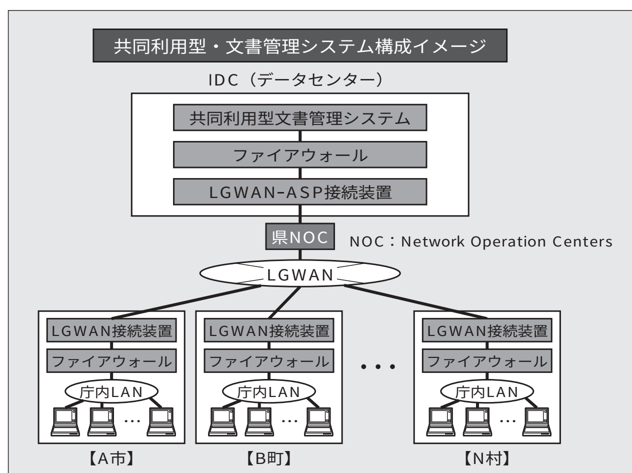


図１　電子自治体における文書管理システム

2　e 自治体 電子申請システム

富士電機では，電子自治体に対応した電子申請システム「e 自治体 電子申請システム」を開発した。

本システムは，住民・企業からの申請・届出をオンライン化（電子化）するシステムで，自治体における行政サービスの向上を実現する。さらに，「e 自治体 文書管理システム」とのシームレスな連携を実現し，申請・届出の手続き業務から文書管理業務がスムーズに処理でき，行政事務の迅速化，効率化も同時に実現できる。

また，本システムは電子自治体における共同利用化に対応し，県および市町村での共同利用による自治体のシステム導入および運用コストの削減を実現する。

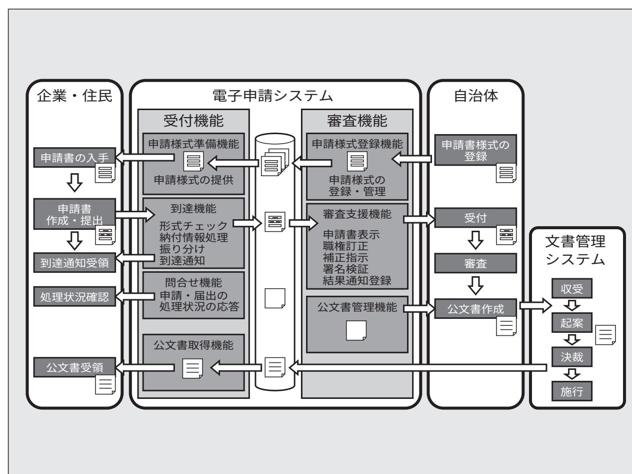


図２　電子自治体における電子申請システム

3　e 自治体 庶務事務システム

富士電機では，電子自治体に対応した庶務事務システム「e 自治体 庶務事務システム」を開発し，電子自治体を先導している複数の県に納入し，実績を積み重ねている。

庶務事務システムは，庁内における各種申請書を電子化し，庁内における勤務時間や出張旅費の管理，集計ミスの防止，庶務事務の負担軽減，間接業務の効率化を実現する。また，同時にペーパーレスの推進にも寄与する。

機能としては，勤怠管理システム，旅費管理システム，庁内申請システムが含まれる。また，全職員がシステムをどこからでも容易に利用でき，システムの拡張にも柔軟に対応できるよう Web 技術を基本としたシステムで，電子自治体の電子決裁基盤などと連携し，文書管理システムなどと決裁業務の統合化が実現できる。

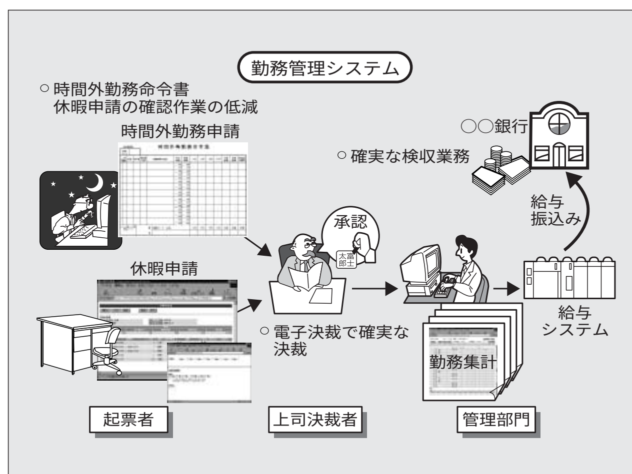


図３　電子自治体における庶務事務システム

企業情報ソリューション

1　短期間・低価格での ERP ソリューション

製造業の企業において，在庫削減（キャッシュフロー改善）とリードタイム短縮（顧客満足度向上）は，永遠のテーマであり，かつ，相反する課題である。この課題を同時に解決する手段の一つとして，生産管理を中心としたERP の導入がある。富士電機は，これまで，センサ類，プログラマブルコントローラ機器および製造管理システム（MES）において，製造業の生産合理化に貢献している。これに加え，これらのソリューションを顧客へ提供する中で培ってきた経験と，自身が製造業であることで修得したノウハウを基に，ERP を短期間で，かつ，低価格で提供している。富士電機は従来の製品群に合わせ，ERP ソリューションを組み合わせることにより，現場から経営までの垂直統合を実現し，在庫削減とリードタイム短縮を同時に実現できるようにしている。

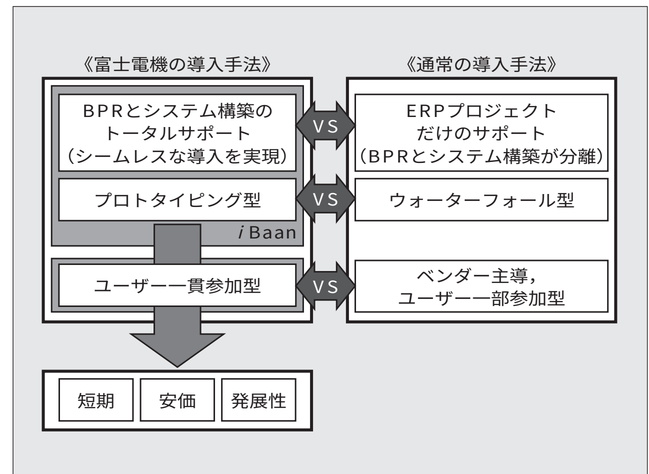


図４　短期間・低価格での ERP 構築

2　Fe-MES ソリューション

➡関連論文：富士時報 2003.5 p.266-276

最近の製造業を取り巻く環境は厳しさを増し，顧客ニーズの多様化，製品ライフサイクルの短命化，安全への意識の高まりから，フレキシブル・高効率でトレーサビリティを確保できる生産システムが求められている。

富士電機では，経営判断を決定する ERP と物を作る機器・設備との間で管理・制御を行い，リアルタイムなアクションと製造情報の一元管理で全体最適・トレーサビリティ確保を実現する MES ソリューションを「Fe-MES」として製品化している。Fe-MES は次の特徴を持つ。

(1)　設備・機器，品質検査，操業者などに関する作業指示・操業実績を一括してリアルタイムに管理し，全体最適を実現

(2)　製造現場で発生する情報をシームレスに統合化し，トレーサビリティの確保と実績分析による操業改善を実現

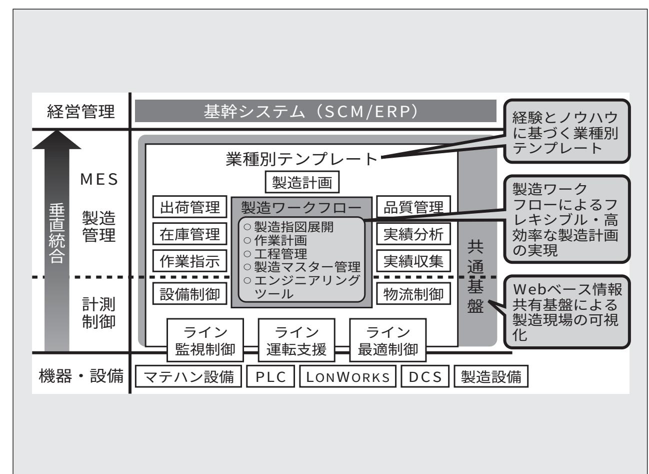


図５　Fe-MES の概要

3　ID タグ適用によるトレーサビリティの実現

食品製造業において，安全履歴（自社製造工程における製造記録）は言うまでもなく，生産履歴（仕入品の生産過程における記録）を正確に把握することが，消費者から信頼を得るための必要条件となっている。安全履歴は富士電機が十数年間商品としている「製造管理システム」でデータ収集が可能であるが，生産履歴は，一次業者はもとより，二次・三次といった生産過程においてどのような過程を経ているかを把握する必要がある。そこで，「かご車」や「パレット」といった循環物に ID タグを付帯して，情報と現物を一緒に搬送させて情報連携を実現する技術が必要となってくる。食品製造業は，消費者に対して商品安全性をアピールすることが命題となっており，トレーサビリティにおける「ID タグ」の役割は大きい。

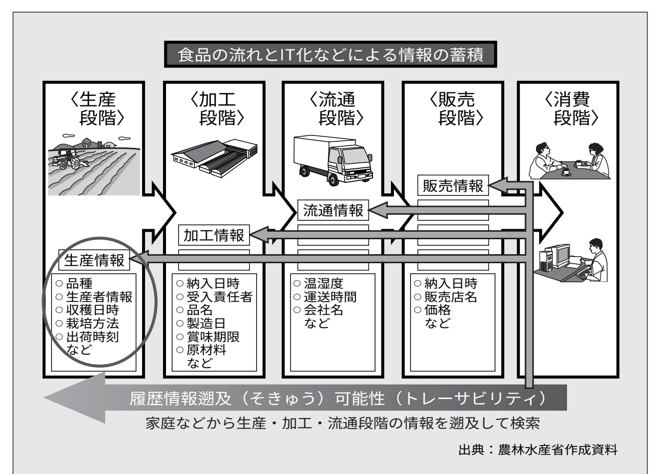


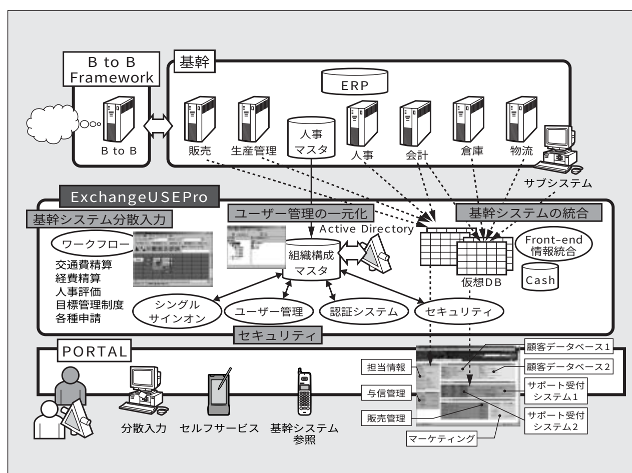
図６　生産段階からのトレーサビリティ概念図

企業情報ソリューション

4　ExchangeUSE プロフェッショナル for .NET

「ExchangeUSE」は，富士電機が開発したワークフローシステムである。昨今のワークフローニーズの多様化に伴い，大規模 ERP パッケージを導入しているユーザーをターゲットとした，USE プロフェッショナルの開発を行った。USE プロフェッショナルでは，従来の旅費・経費・勤怠といった業務だけでなく，ERP パッケージのさまざまな機能の中にワークフロー機能を付け加えることができる。この USE プロフェッショナルを導入することにより，既存の基幹システムに手を加えることなく，システムの利用者（エンプロイヤー）に対するユーザビリティを向上させ，散乱した基幹システム内の情報を有機的に結合させることが可能となる。現在，このパッケージは，社外向けの販売だけでなく，社内の他業務パッケージと連携させる検討も進めている。

図7　ExchangeUSEPro の全体図



5　営農指導支援システム

➲関連論文：富士時報 2003.5 p.294-297

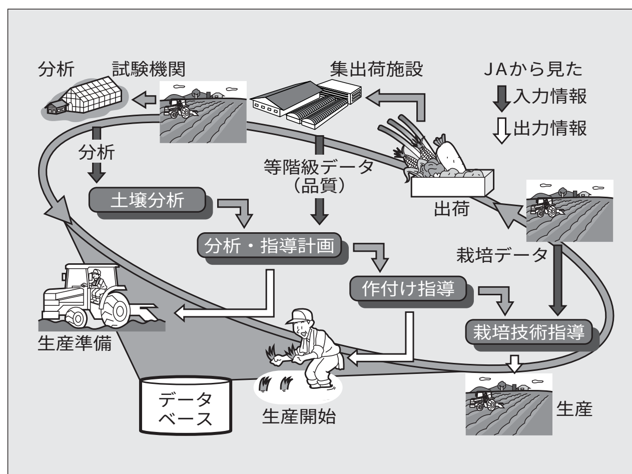
現在，農業分野において「農産物の品質向上」と「品質保証」は生き残りのために至上命題といえる。

その二つの命題に対するソリューションへの要請は高く，その要請を実現する形で本システムは誕生した。現在，その要請は発信元である農業協同組合（JA）へ全国初の仕組みとして納入している。主要な特徴は次のとおりである。

(1)　農産物の栽培段階から集出荷場まで各段階における品質に関するデータを，生産者の圃場（ほじょう）（畑）単位で収集し，データベースにて一元管理することによる「トレーサビリティ」の実現

(2)　収集したデータを生産傾向データなどに加工し，比較・分析することで，次年度の栽培計画への活用を可能とした「営農指導の強化」の実現

図8　営農指導支援システムイメージ



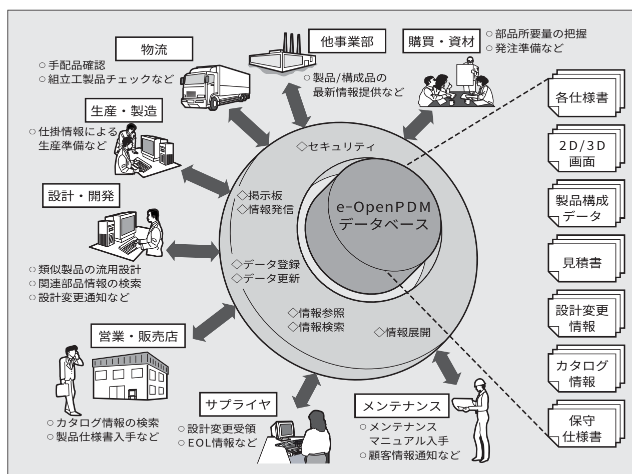
6　PLeM ソリューション「提案事例をベースとしたソリューション提案」

本提案は，「設計情報の一元化」をキーワードとした PLeM ソリューションの中の「図面管理ソリューション」である。関連部門間で各種設計情報が共有できていないため，情報の有効活用とタイムリーな情報収集検索ができないという問題を抱えている顧客に有効である。

これにより，設計変更や製品終息情報などの各重要設計情報の確実な伝達，各情報の有効活用の実現および必要情報の検索時間削減を目指すことができ，関連部門間の情報共有，社内業務のスピードアップ，ロスコストの撲滅の実現に寄与する。

本提案にあたっては，企画・開発・運用の各プロセスをサポートするソリューションサービス「VisionF-PLeM」を適用している。

図9　e-OpenPDM を活用した図面管理ソリューションの適用



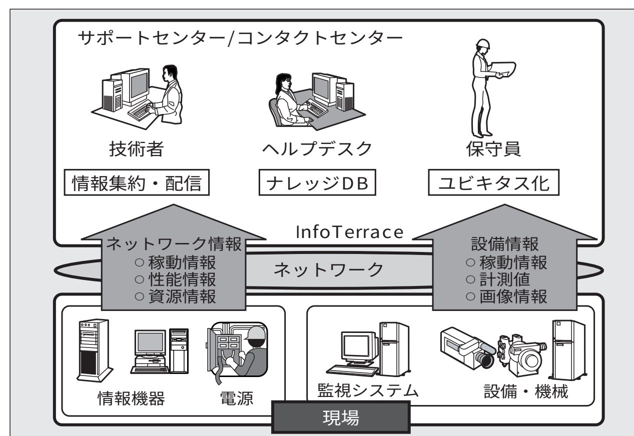
企業情報ソリューション

7　B to M ソリューション「『現場の見える化』支援ソリューション」

現場環境は，さまざまな機器・設備・機械や IT 機器が設置されている。しかも広域に点在していることもある。例えば，データセンターでは，サーバなどの情報機器以外に空調・電源設備などを常時監視・統合管理したい，障害発生時に異常を早期発見・迅速対処したい，セキュリティ管理を強化したいという課題があった。

「B to M ソリューション」はこれらの課題解決を支援するためのソリューションである。本ソリューションにより現場の見える化（オール IP 化）が実現でき，現場システムから基幹業務システムまでマルチベンダーで構成されたハードウェアに関する情報を国内のみでなく，ワールドワイドで統合管理するシステム構築が可能になる。

図10　サポートセンター/コンタクトセンター



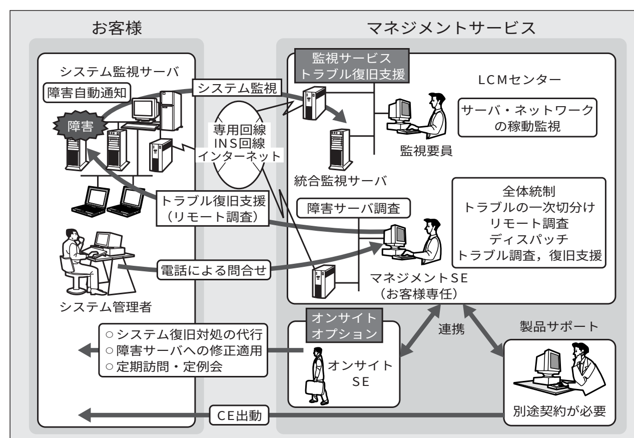
情報サービス

1　サービス＆サポート「富士電機のマネジメントサービス」

富士電機のマネジメントサービスは，システムの IT 運用のエキスパートであるマネジメントサービス SE（主治医）が，運用負荷の軽減とシステムの稼動率の向上を図るソリューションサービスである。

(1)　お客様のシステム環境を把握したマネジメント SE がお客様窓口を一本化し，関連他部門の統制を行う。
(2)　24 時間 365 日いつでも万全の体制でサポートする。
(3)　インターネットを使ってハードウェア/OS，ミドルウェアからアプリケーションまでシステム監視・通報する。
(4)　障害発生時は，トラブル受付と切り分け，リモート調査により，早期究明・対処のための復旧支援を行う。
(5)　システムのリソース監視でトラブルを未然防止する。

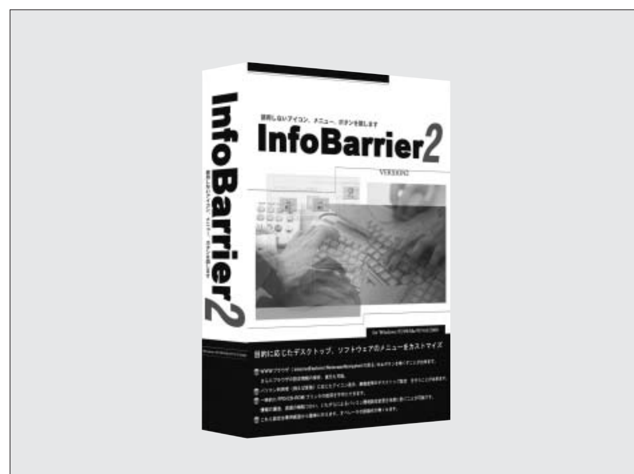
図11　富士電機のマネジメントサービス体系



2　システムセキュリティ「Barrier シリーズによるセキュリティ強化」

近年，インターネットの普及に伴い，社外からの不法侵入・攻撃に対してファイアウォール設置，ウイルス防止ソフトウェアの導入などの対策の整備が始まったが，いまだに内部からのセキュリティ対策は問題意識が低く，多くの企業で対策が実施されていないのが現状である。これらを放置することにより内部者による企業情報漏洩(ろうえい)，資産の私的利用が市場からの信用低下などにつながり，企業に大きなダメージを与えることになる。富士電機では従来からこの問題に着目し，「InfoBarrier」を使った端末上の情報漏洩問題対策に取り組んできており，セキュリティの脆弱（ぜいじゃく）性を診断するリスク分析から，運用中の問題に対するチューニングサービスまでの，「分析から運用保守まで一貫したソリューション」を提供している。

図12　製品の化粧箱

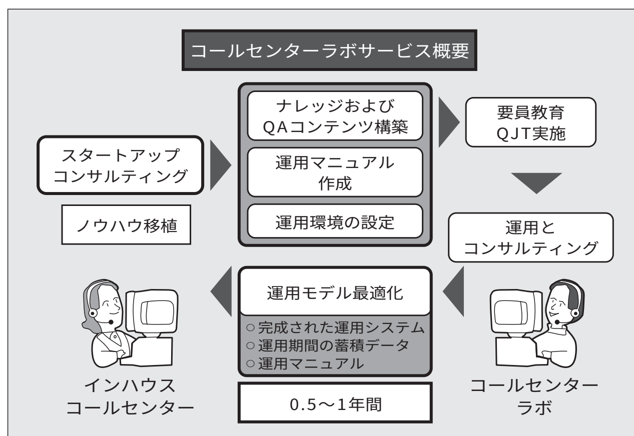


情報サービス

3　CRM サービスソリューション「コールセンターラボサービス」

CRM ソリューションの中核となるコンタクトセンター構築では，お客様の導入決定における障壁として，①構築ノウハウがなく最適なシステム要件定義が困難である，②経験者が少なく業務フローが設計できない，③社内では適正な人材がいない，④ナレッジの蓄積，整備がない，⑤初期投資を極力抑えたい，といった課題があげられる。コールセンターラボサービスは，企業のコンタクトセンターを半年から１年間預かり，高品質なオペレーションサービスの運用や業務アプリケーションの最適化を図って，企業のインハウスコンタクトセンターにハードウェア・ソフトウェア・ナレッジを統合した成功モデルを移植するためのコンサルテーションサービスである。

図13　コールセンターラボサービス



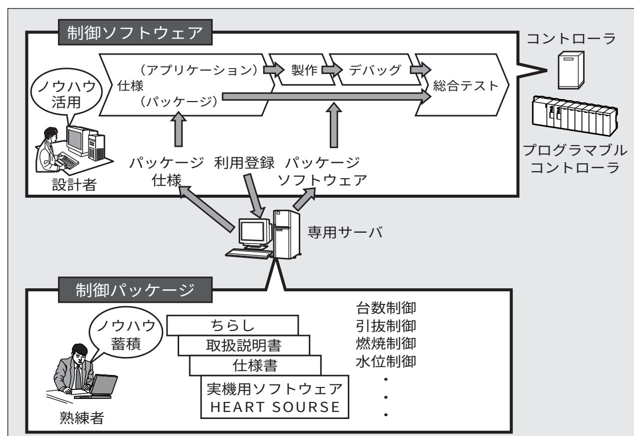
制御コンポーネント

1　プロセス制御ノウハウのパッケージ化

富士電機が豊富にノウハウを有する水処理，産業，計測の分野を対象とし，エンジニアリングおよび設計・製作・試験・現地調整業務において品質を確保するとともに作業効率を大幅に改善する。

エンジニアリング革命ツール「HEART」を使用しており，OA ソフトウェアで仕様書を作成すると制御ソフトウェアを自動的に生成する。したがって，コントローラの機種に依存せずに制御ノウハウを残せる。仕様伺書の記入（または仕様書の選択）だけで製作が完了し，デバッグは不要である。複数のパッケージと，さらには個別に作成したソフトウェアと組み合わせて使用できるので適応性が高い。また，パッケージの管理機能によりトレーサビリティを確保しているので版数管理や水平展開が容易である。

図14　プロセス制御ノウハウのパッケージ化



2　ハイブリッド制御システム「Jupiter」

➲関連論文：富士時報 2003.9 p.527-531

富士電機の得意とするプラント制御システムの適応範囲を FA 分野での信頼性の要求されるシステムへ拡大し，かつプロセス分野での低コストニーズへの対応のため，プログラマブルコントローラ「MICREX-SX」ベースの高信頼性二重化システムを製品化した。主な特徴は次のとおりである。

(1)　パソコンベースの監視装置との接続をサポートし，制御 LAN は，FL-Net 準拠 LAN による回線二重化を可能にした。

(2)　二重化対応 CPU によるコントローラ二重化，オープン PIO サポートによる I/O 二重化を実現した。

(3)　計器演算処理の搭載など，DCS と同等の制御を可能にした。

図15　ハイブリッド制御システム「Jupiter」



制御コンポーネント

3　LonWorks 対応パワーサテライト

LonWorks 対応パワーサテライトは LonWorks ネットワーク対応の多用途複合計測端末（Power SATE LITE：パワーサテライト）でオープンな環境でエネルギーやセンサ量計測を可能とするものである。主な特徴は次のとおりである。

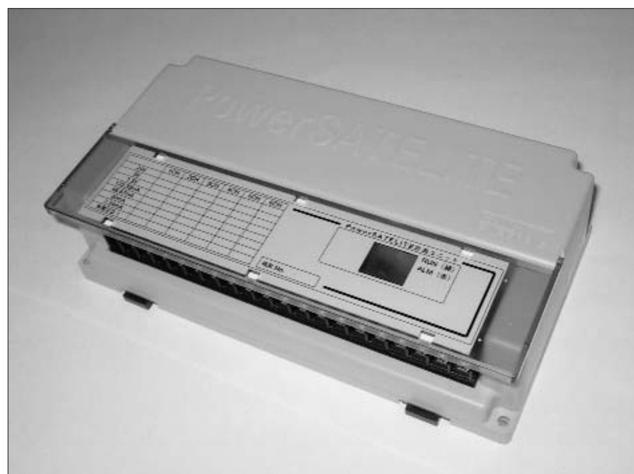
(1)　1台で電力計測も可能なフレキシブル I/O（6 点）を装備しており，端子ごとに入力の割付けが可能

(2)　LonWorks ネットワーク（TP/FT-10F）対応。各入力端子に対応した機能ブロック（FB）を設定し多用化を実現。LonMark 適合認定取得予定

(3)　Echelon 製 LNS（ネットワークサービスソフトウェア）上で動作する設定ツール（プラグイン）を標準提供

(4)　ソフトウェアおよびファームウェアのダウンロードをサポート

図16　LonWorks 対応パワーサテライト



4　フィールドコントロールユニット「FCU-40」

フィールドコントロールユニット FCU-40 は，低圧コントロールセンタの運転に伴う，シーケンス制御，保護，監視制御，伝送の機能を持つコントローラである。

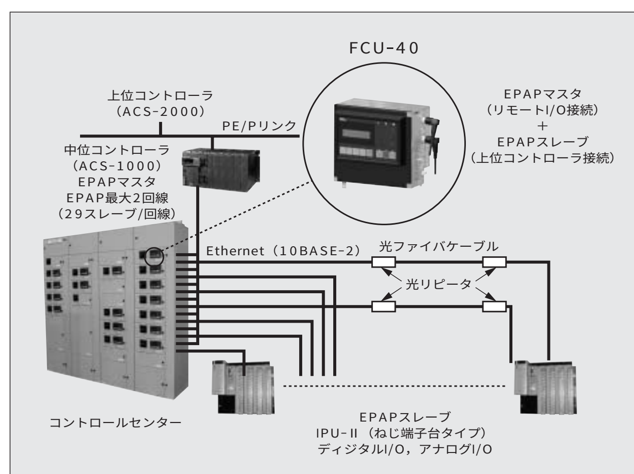
主な特徴は次のとおりである。

(1)　非可逆，可逆，スターデルタ回路などの標準シーケンスを搭載し，簡単な設定で回路選択が可能

(2)　上位コントローラ，下位リモート I/O との通信バスをオープンな LAN である Ethernet とし，リアルタイム通信を可能とするプロトコル EPAP を採用

(3)　伝送機能，RAS の充実により，プラント監視制御を含めた大規模システムから，設備単位のコントロールセンタなどの小規模システムまで幅広く適用可能

図17　フィールドコントロールユニット「FCU-40」



5　Java 応用監視制御システム「Web-FAINS」

上下水道用監視制御システム「FAINS」を進化させた「Web-FAINS」を開発・納入した。システムの特徴は次のとおりである。

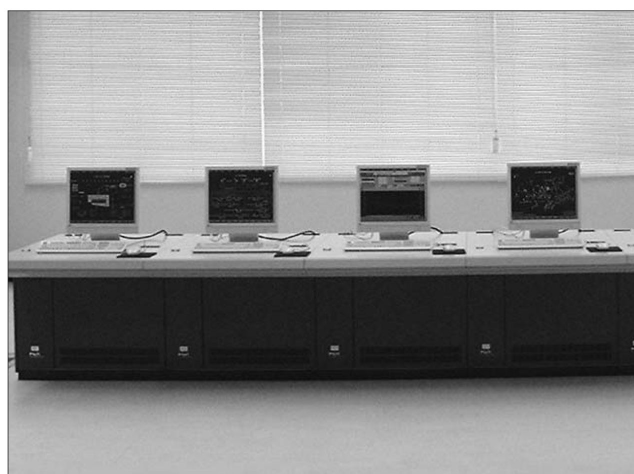
(1)　オープン技術の採用

監視制御パッケージソフトウェアのプラットホームに Java を採用し，ハードウェアや OS に依存しないシステムを実現した。また，HMI には Web 技術を採用したことにより，ネットワークを利用し監視操作場所を自由に選択でき，遠方監視制御にも容易に対応できる。

(2)　フレキシビリティ

自由にハードウェア，OS が選択できるため，設備の規模，運用形態に応じて柔軟なシステム構成が可能となり，コストパフォーマンスに優れている。

図18　Web-FAINS 納入事例



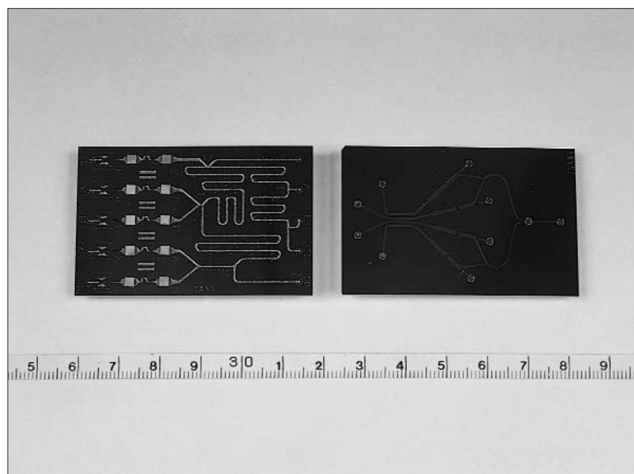
計測コンポーネント

1　μTAS（マイクロタス）の実用化研究

μTAS（Micro Total Analysis System）は微細な流路や反応槽などをチップ（小型基板）上に形成して実現する分析用装置である。分析時間の飛躍的な短縮を可能とし，臨床医学，環境分析などでの適用が期待されている。富士電機では大学などと共同で，μTASの実用化研究に取り組んでいる。

写真はシリコン基板とガラスで形成した，ダイオキシン検出用のμTASの試作品である。写真左は試薬供給チップで，微細流路と超小型の圧電ポンプにより試薬の送液機構を形成している。写真右は試薬と試料を混合・反応させてダイオキシンを検出するチップである。これにより，従来の分析装置と比較して，装置サイズ，検出時間ともに数分の１と，画期的な性能向上が可能となる。

図19　ダイオキシン検出用のμTASの試作品



2　生菌迅速検査装置

食品業界などにおいて，微生物検査は安全性・品質の確保のために非常に重要である。これまで微生物検査として一般的に用いられている培養法では結果が判明するまでに24時間程度要するため，より迅速な手法が望まれている。

富士電機ではこの要望に応えるため，生菌迅速検査装置（スマートバクテリアカウンタ）を開発した。この装置では培養が不要で，約15分での計数を実現する。粘着シートと呼ばれる専用のシートで菌を捕集し，生菌が持つ酵素に反応する試薬を与えて菌を蛍光染色した後，本装置にかける。本装置の高性能CCDが粘着シート面の生菌を光点としてカウントすることで計数結果を得る。本装置は微生物によるリスクの管理や，意図的に培養している菌の計数・制御に貢献するコンポーネントである。

図20　生菌迅速検査装置



3　フィールドWebアダプタ

フィールドWebアダプタ「plusFSITE」（プラスエフサイト）はドライブ装置（FRENICシリーズなど），コントローラなどのフィールド機器を簡単に，安全に，どこからでも監視することを可能とするコンポーネントである。遠隔監視によりフィールド機器の維持管理作業・費用の低減に貢献する。plusFSITEは小型・薄型・計量で取付け場所を選ばず，新規の設備だけでなく，既存の設備にも容易に適用可能となっている。

主な機能は次のとおりである。

(1)　シリアル通信－LAN（Ethernet）変換機能
(2)　Webサーバ機能・ホームページ搭載機能
(3)　メール発信機能
(4)　セキュリティ機能（ID，パスワード）

図21　フィールドWebアダプタ「plusFSITE」



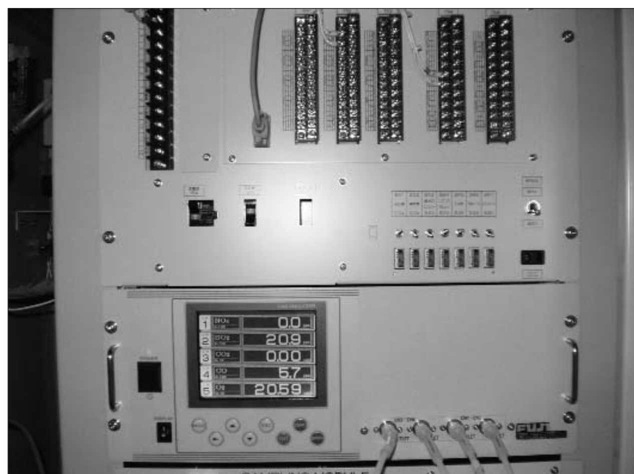
計測コンポーネント

4　5 成分同時測定赤外線ガス分析計

5 成分同時測定赤外線ガス分析計（ZKJ3）は，富士電機の赤外線ガス分析計技術により高感度化，高安定性を実現するとともに現場でのお客様の使いやすさを向上させた。煙道の公害監視，プラント制御監視用の連続測定のほか，燃料電池，バイオプラントの発生ガス管理など開発試験用の分析計として最適である。主な特徴は次のとおりである。

(1)　測定対象ガス成分：NO，SO_2，CO，CO_2，CH_4，O_2
(2)　CO，NO，SO_2 測定可能レンジを 100 ppm から 50 ppm に高感度化し低濃度測定に対応
(3)　同様に 200 ppm 以上の測定レンジにてゼロ点ドリフトを±2 % FS/週から±1 % FS/週に向上させ高い安定性を確保
(4)　測定可能レンジ比（最大 20 倍）の範囲でレンジ変更が可能

図 22　ガス分析計（ZKJ）



5　熱伝導ガス分析計

新型の熱伝導ガス分析計（ZAF3）は，ガスの種類により熱伝導率が異なる性質を利用して，混合ガス中の特定成分（H_2，He，Ar など）を測定する。マイクロプロセッサの搭載，大型液晶画面の採用により，操作性の向上，高精度・多機能化を図っており，工業プロセスの管理，制御を行うのに最適な分析計となっており，次の特徴を有する。

(1)　内部演算により測定値出力信号のリニアライズが可能
(2)　外部入力信号により，干渉影響の補正演算が可能で，干渉影響を除去した精度の高い測定信号を出力
(3)　自動校正機能を備えており，メンテナンスフリーの安定した測定が可能

図 23　熱伝導ガス分析計

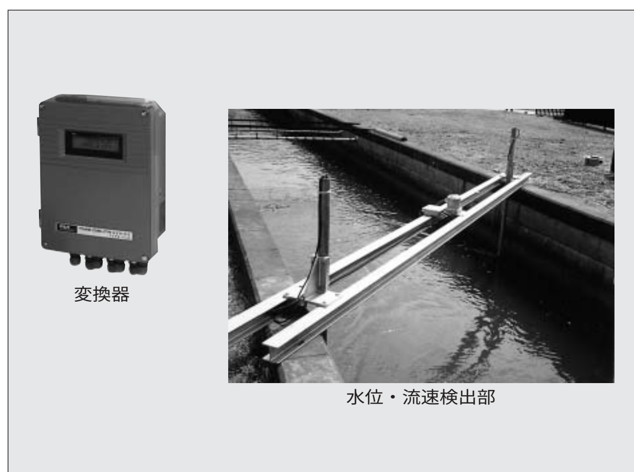


6　超音波流速計（開水路流量計用）

超音波流速計は，超音波レベル計，演算器と組み合わせることにより，開きょや暗きょの自由水面を持つ開水路の流量測定に使用できる開水路用の流速計である。上流側と下流側から斜めに超音波パルスを伝播（でんぱ）させ，流れにより生じる伝播時間差により伝播経路上の平均速度を測定する。

新型変換器は受信信号を丸ごと A-D 変換し加算する処理（アドバンスト ABM）の採用により，従来機種に比べ 10 倍の耐気泡性を持っており，適用範囲が広くなった。1 測線と 2 測線の 2 種類が用意されており，水深および水路幅方向の流速分布を考慮した平均流速を測定できる。2 測線の場合は，それぞれの平均流速を同時に測定する方式（同時 2 測線方式）を採用し，時間的に流速分布が変化する用途にも安定した計測が可能である。

図 24　変換器（型式：FLH）と検出器（型式：FLX）



計測コンポーネント

7　電気フィールドバス仕様「FCX-AⅡシリーズ」発信器

2001年に発売した4～20mAにディジタル信号を重畳可能なFCX-AⅡシリーズ発信器は，±0.1％の高精度や充実した通信機能などの特徴から，多くのユーザーで使用されている。

このFCX-AⅡシリーズ発信器に，ファンデーションフィールドバスに対応したディジタル出力信号を有し，フィールドバスの本質安全防爆であるFISCO（Fieldbus Intrinsic Safety Concept）仕様に対応した（本質安全防爆申請中）フィールドバス発信器を開発し，新モデルとして追加した。主な特徴は次のとおりである。

(1)　高精度（±0.1％）
(2)　インテリジェント機能
(3)　耐圧防爆，本質安全防爆（FISCO仕様）（申請中）

図25　電気フィールドバス仕様「FCX-AⅡシリーズ」発信器



8　「PXRシリーズ」温度調節計

PXR5（48×96mmサイズ），PXR9（96×96mmサイズ）を追加するとともに機能改良を行い，新しいPXRシリーズを完成した。より大きく，よりコンパクトに，より多機能に，をコンセプトに多様なアプリケーションに対応できる。主な特徴・仕様は次のとおりである。

(1)　24×48mmから96×96mmサイズのラインアップ
(2)　セルフチューニング付きPIDを標準装備
(3)　NEMA4X（IP66）相当の前面防水構造
(4)　MODBUSまたはZ-ASCII通信が選択可能
(5)　DC4～20mAでPV/SV/MVの転送出力が可能
(6)　警報出力は最大3点。ディレイ，励磁/非励磁切換可
(7)　ディジタル入力は最大2点。SV選択などが実行可能
(8)　DINレール取付け用のアダプタも用意

図26　「PXRシリーズ」温度調節計



9　ペーパーレスレコーダ

ペーパーレスレコーダ（PHR）の機能改良・追加を行った。PHRはコンパクトで，手軽なペーパーレス記録計として好評だがさらに入力点数を増加し，ポータブルタイプもラインアップした。主な特徴・仕様は次のとおりである。

(1)　入力点数：9点または18点
　　測定周期　100ms（9/18点）
(2)　記憶デバイス：ATAコンパクトフラッシュカード
　　最大512Mバイト
　　9点30秒サンプリング時　約3年間分
(3)　表示デバイス：5.7インチTFTカラーLCD（QVGA）
　　表示グループ　最大4画面，トレンド，
　　バーグラフ，アナログメータ数値表示
(4)　演算機能：差演算，F値演算，積算，開平演算
(5)　その他：ポータブルタイプも用意

図27　ペーパーレスレコーダ



エネルギーソリューション

1　神奈川県企業庁水系発電ダム監視制御システム

神奈川県企業庁利水局に，運営の効率化と高度化を目的に県営 12 水力発電所を一極集中化する常時監視制御システムを納入した。システムの主な特徴は次のとおりである。

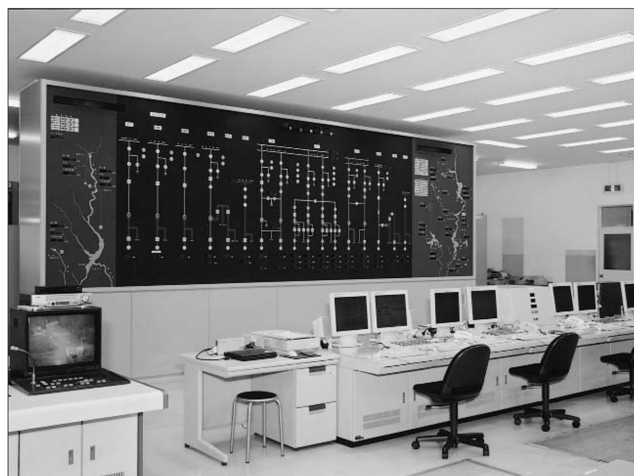
(1)　汎用 LAN を使用し，各装置を二重化した分散型システムで，各サーバなど装置に適した最新 OS（UNIX，Windows，Linux）を採用している。

(2)　WAN 回線構成により発電総合制御所と酒匂川水系ダム管理事務所間は情報連携しており，発電総合制御所からの制御不能時においても酒匂川水系ダム管理事務所でバックアップ運転を行う。

(3)　情報検索用サーバを設置し，関係部署（本局，各発電管理事務所）からシステムの情報検索・提供を行う。

(4)　発電所との伝送方式に TCP/IP 方式を採用している。

図 28　水系発電ダム監視制御システム（発電総合制御所）



N99-2586-1

2　黒部川電力(株)向け給電情報伝送装置

黒部川電力(株)姫六総合制御所の運転業務の省力化を進めるために，既設情報処理装置に監視機能を強化し，Web による自動通告機能を追加したシステム給電情報伝送ロガーシステムを納入した。

(1)　システムは最大 20 回線取り込める回線インタフェース装置，二重化情報ロガーサーバ，Web 端末，プリンタからなる。子局からのデータを既設システムから回線分岐し，インタフェース装置に取り込む。各装置は LAN で接続した分散構成で，Web 端末は電気化学工業(株)，北陸電力(株)に設置している。

(2)　主な機能は監視機能，トレンド機能，記録帳票機能，ほかに Web 伝送による自動通告機能がある。自動通告はサーバの通告データを Web 端末に配信することにより実施する。

図 29　給電情報伝送装置（姫六総合制御所）



3　東京電力(株)275 kV ディジタル形母線保護継電装置

東京電力(株)南多摩変電所に 275 kV ディジタル形母線保護継電装置を開発，納入した。特徴は次のとおりである。

(1)　電気角 15 °ごとの電流サンプリングの実施および 15 °ごとの変流器（CT）飽和検出演算の実施により，無変化期間の短い厳しい CT 飽和条件下でも確実に CT 飽和を検出可能（KCT ≧ 2，時定数 250 ms 以内）

(2)　甲母線保護と乙母線保護を同一ユニット内に収納した甲乙一括形構成とし，1 系列あたり 700 mm 幅 2 面にて構成，省スペースを実現（従来：700 mm 幅 6 面構成）

(3)　遮断器不動作対策として，送電線高速後備保護リレー「HBR 機能」を実装（オプション）

(4)　第二世代ディジタルリレーを適用し，遠隔整定にも対応可能

図 30　ディジタル形母線保護継電装置



エネルギーソリューション

4　東京電力(株)ディジタルリレー遠隔運用化 Web パネル

東京電力(株)に納入した第一世代ディジタルリレー（16 ビット形 CPU）適用の送電線保護装置向けに遠隔運用を可能とするための Web パネルを開発した。

本パネルにより，従来，現地に出向が必要であった以下の対応につき，制御所（有人箇所）からの確認が可能となり，運用保守の効率化，省力化が図れることが期待される。

(1)　装置異常時は制御所から異常内容詳細の確認が可能であり，迅速な復旧対応が可能

(2)　制御所からリレー整定値の確認，整定変更が可能

(3)　リレー動作時は遠隔から動作内容詳細が確認でき，事故様相やリレーの健全性の迅速な確認が可能

今後は変圧器保護装置，母線分離保護装置，VQC 装置など，適用機種を拡大していく予定である。

図 31　Web パネル



5　IP ネットワーク対応監視制御装置

今回開発した遠方監視制御装置用新型 MPU は，従来の専用線を利用した伝送方式に加えて，IP ネットワーク化への対応を充実させた。具体的には，低消費電力 CPU，8 M バイトの RAM，4 M バイトのフラッシュ ROM，Ethernet ポートを 3 ポート実装し，各ポートは独立したネットワーク機能を実現している。

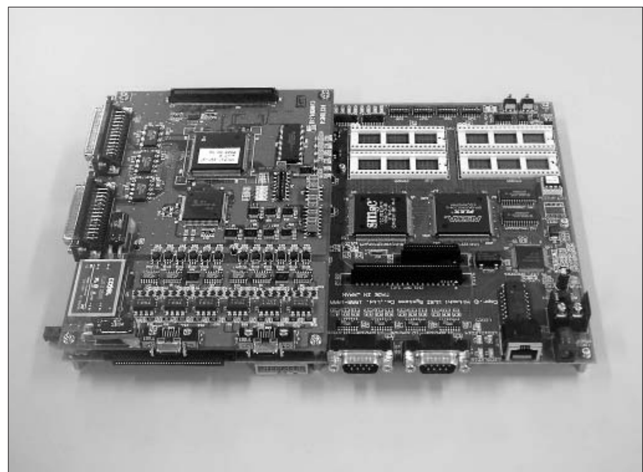
また，搭載するアプリケーションソフトウェアにより，IP テレコンや IP 変換ユニット，Web 対応ユニットを構成することができることから，多様なニーズに合わせることが可能である。

主な特徴は次のとおりである。

(1)　低電力 CPU（SH4）の採用

(2)　リアルタイム OS（iTRON）の採用

図 32　遠方監視制御装置用新型 MPU ボード



6　(株)GTF 研究所電力小売監視・制御システム

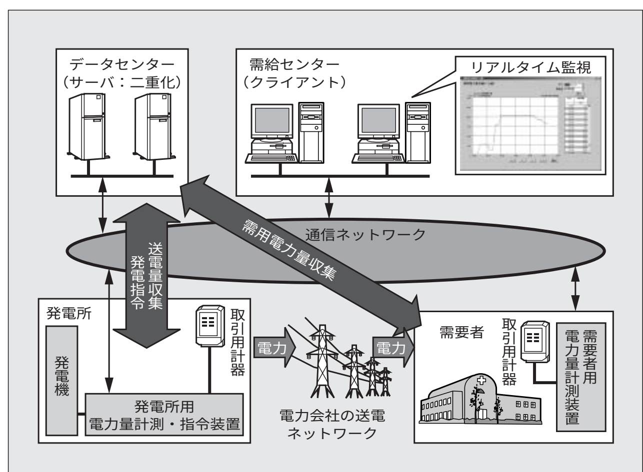
特定規模電気事業者（PPS）である(株)GTF 研究所向けに，電力の需要量と供給量の 30 分同時同量を実現する「電力小売監視・制御システム」を 2003 年 3 月に納入した。このシステムはシーメンス社のエネルギー総合管理システム「Spectrum PowerCC」（スペクトラムパワー CC）をベースに，富士電機が日本の電力会社向けに培った監視・制御技術，ロードサーベイ技術を加えて開発した。主な機能は次のとおりである。

(1)　翌日の需要量と供給量の計画を立案する需給計画機能

(2)　おのおのの需要者の使用電力量を電力会社の取引用計器から収集する電力量収集機能

(3)　需要量および供給量をリアルタイムに監視し，需要の変動に見合うよう供給量の制御を行う同時同量達成機能

図 33　全体システムのイメージ図



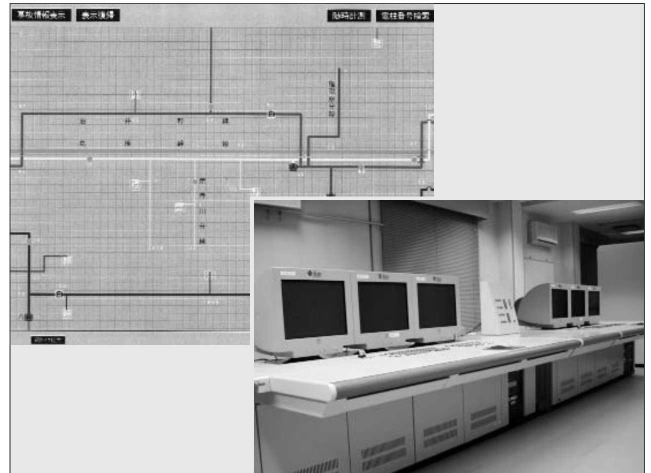
エネルギーソリューション

7　中国電力(株)隠岐営業所配電自動化システム

中国電力(株)と富士電機は，配電系統運用業務のさらなる効率化，停電時間の短縮など供給信頼度の向上を目的とし，隠岐営業所向け配電自動化システムの開発を行い，2003 年 10 月から運用を開始した。システムの特徴は次のとおりである。

(1)　オンラインサーバを二重化したデュプレックス構成による信頼性の向上
(2)　WS サーバ 3 台と WS クライアント 2 台の分散構成による処理性能の向上
(3)　マウス操作を基本とした操作性の向上，配電系統図のズーミング採用によるオペレーター視認性向上上の実現
(4)　地域性と省スペース化を考慮した 2 卓構成と 1 台のクライアントによる 3CRT のコントロールの実現

図 34　画面表示例とハードウェア

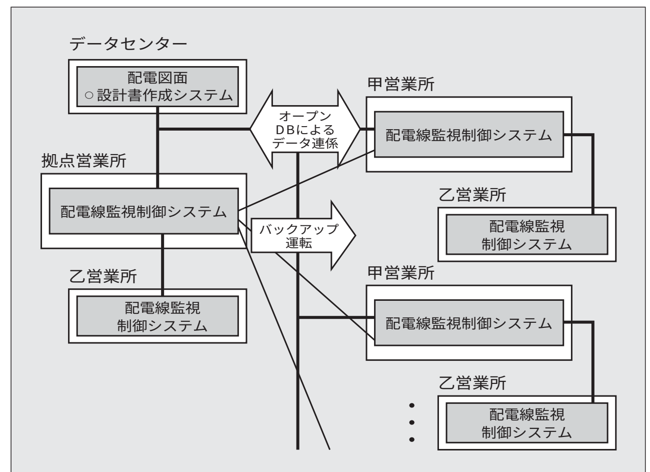


8　東北電力(株)配電線監視制御システムのシステム増強

東北電力(株)と富士電機は，従来の配電線監視制御システムの導入効果をさらに向上させることを目的に，システムの増強を実施した。増強した内容は次のとおりである。

(1)　配電図面・設計書作成システムと連係することにより，設備データや図面データなどの配電系統情報を共有化した配電線監視制御システムのメンテナンスを可能とした。
(2)　配電線監視制御システムのオンライン，オフラインデータをオープンなデータベース上に展開することにより，異なるメーカー間のシステム連係を可能とした。
(3)　拠点営業所のシステムを中心に，支店管内にある他の営業所のシステムと連係することにより，保守点検による各営業所のシステム停止時などに，拠点営業所のシステムから系統操作のバックアップを可能とした。

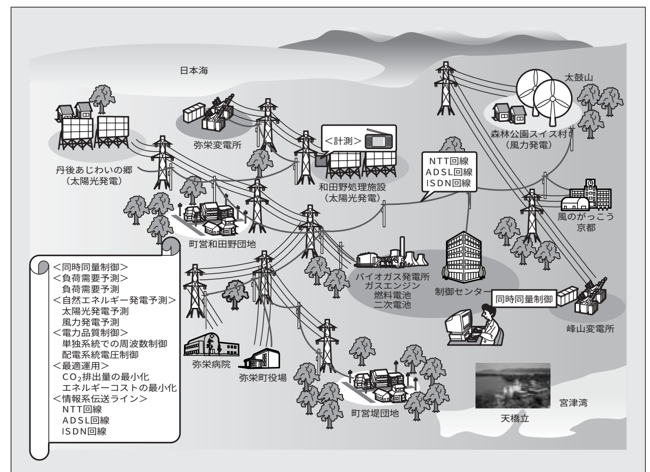
図 35　システム全体の構成



9　新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）「新エネルギー等地域集中実証研究」の受託

風力，太陽光といった自然エネルギーは，発電量が不安定なため，電力系統に影響を与える可能性があるという課題を抱えており，導入拡大のためにはこの課題の克服が必要となる。この課題克服のため，NEDO では変動電源である自然エネルギーを単独で安定化させるのではなく，種々の新エネルギー設備を適正に組み合わせ，これらを制御するシステムをつくることにより連系する電力系統への影響を極力抑制し，かつコスト的にも適正な「新エネルギーによる分散型エネルギー供給システム」を開発することを目的とした実証研究を公募した。富士電機は，研究総括責任者として共同研究体〔京都府，京都府弥栄町，アミタ(株)，(株)大林組，日新電機(株)，(株)野村総合研究所〕で応募し委託研究事業を受託した。研究期間は 2007 年度までの 5 年間である。

図 36　エネルギー需給管理システムの構成

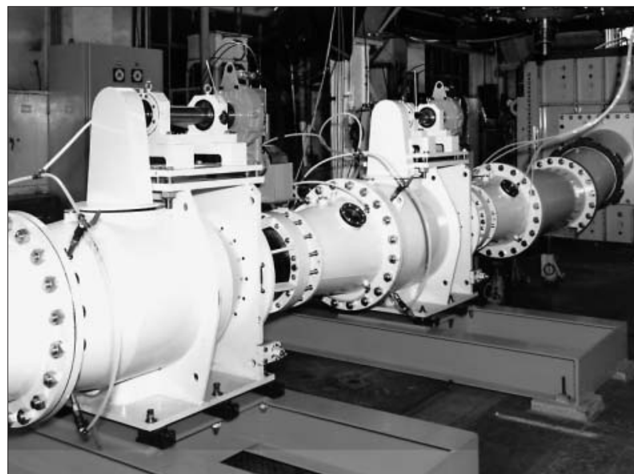


エネルギーソリューション

10　環境に優しいマイクロチューブラ水車

発電システムの中で温室効果ガス排出量の最も少ない水力発電の今後は，容量の小さい低落差領域へ発展していくものと予想される。そこで富士電機は 2001 年 4 月から 2 年間，東京電力(株)との共同研究「環境対応型マイクロ水車の方式開発研究」においてマイクロチューブラ水車を開発してきた。開発の目的は，従来の共同研究とは異なり，大幅なコストダウンを盛り込んだ新しい製品を完成させることである。その中で最も注目される技術は，小型の軸流水車にもかかわらず変流量や変落差運転に対応し，大幅な年間発生電力量の増加が期待できるランナベーンの可動化である。共同研究は 2003 年 3 月に無事終了し，その成果として 2004 年 3 月までに国内において 3 台のマイクロチューブラ水車・発電機が営業運転される予定である。

図37　模型試験中のマイクロチューブラ水車



11　病院設置の 100 kW 燃料電池運転開始

燃料電池は，水の電気分解の逆反応を利用するクリーンな発電方式である。

100 kW りん酸形燃料電池を東邦ガス(株)経由で宏潤会大同病院へ 2003 年 7 月に設置した。同病院では，燃料として都市ガス 13 A を使用し，発電した電力を商用系統と連系して，昼間は 100 kW，夜間は 50 kW にてベース負荷を担っている。また，燃料電池の高温側排熱は，排熱投入形冷温水機を介して冷暖房として空調用途に，低温排熱は予熱貯湯槽の熱源に利用し，エネルギーの利用効率を高めている。

電気負荷ならびに給湯などの熱負荷も必要な「病院」は，燃料電池の適用先として今後も期待される施設である。

本設備は，新エネルギー事業者支援の補助を受け設置された。

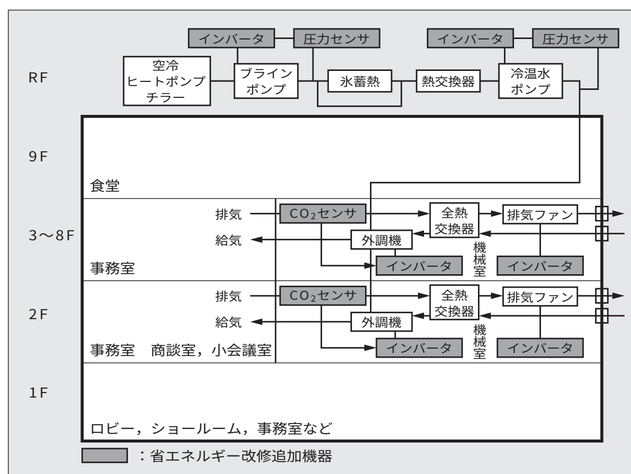
図38　病院設置の燃料電池



12　富士電機大阪ビルの ESCO 事業

富士電機大阪ビルは，1991 年 5 月の竣工（しゅんこう）であるが，当初から氷蓄熱，ビルマルチエアコン，外調機などを設置した省エネルギー性を重視した建物として建築されている。今回の ESCO 事業では，CO_2 濃度を基準とした外気取入量および冷暖房用冷温水循環量を電動機の可変速制御で適正化した。また，エネルギー使用量のデータ収集・解析を行い，各エネルギー別，機器別のデータをグラフなどで分かりやすく表示し，省エネルギー活動を啓蒙するため，BEMS（Building and Energy Management System）という概念を導入した。過去 3 年間の年間平均消費電力量（ベースライン）の 10 %以上の削減を目標としており，その省エネルギー効果の検証も BEMS で同時に行っている。2003 年 4 月から稼動し，今後の成果が期待される。

図39　富士電機大阪ビルの設備概念



放射線機器・システム

1　ランドリモニタ

原子力発電所では，放射線管理区域内で作業者が着用した衣類の放射線管理のため，洗濯後にランドリモニタで測定し汚染検査を行っている。富士電機では，東京電力（株）福島第二原子力発電所向けに従来のランドリモニタの改善・改良を行い納入した。主な特徴は次のとおりである。

(1)　小型化・軽量化

構成機器および鉛遮へい構成の見直しを行い，従来モニタに比べて約 20 %の小型化および軽量化を実現した。

(2)　コンベヤ部の長寿命化・低騒音化

従来の金網タイプから樹脂製丸ベルトへコンベヤの変更を行うことで耐久性が向上し，定期交換周期を 2 年から 3 年以上に伸ばすことができた。また，同時にコンベヤ駆動時の騒音を大幅に低減している。

図 40　ランドリモニタ



2　放射線管理システム

北海道電力（株）泊発電所向け放射線管理システムを 2003 年 3 月に納入，既設システムを更新した。このシステムは，電力会社の原子力発電所向け大規模放射線管理システムで初めてブラウザ方式画面を採用し，発電所員や協力会社が所内の LAN に接続された端末を用いて操作できるようにした。これをベースに，放射線管理業務に合致したきめ細かいワークフロー機能を開発し，煩雑な書類の申請業務の電子化を可能にした。同時に電力会社から協力会社への通知も電子化し，通知に関する業務も大幅に削減された。さらにブラウザ方式の自由検索機能も開発し，協力会社が自社データを任意様式で抽出，Excel 上に取り出せるようにした。システム状態やシステムの管理データの異常時には，指定箇所に自動通報される。

図 41　放射線管理システム



3　環境ダストモニタ

日本原燃（株）環境管理センター向け環境ダストモニタは，放射性ダストを沪紙に捕集し，α線，β線を個別に測定するとともに，放射性よう素の捕集も行える装置で次の特徴を有する。

(1)　沪紙は，保守・取扱いが簡便なカードタイプの沪紙ホルダ（特許第 3307108 号取得済み）に装着して捕集するため，沪紙の装着や回収作業が容易で，沪紙の分析などに迅速に供することを可能とした。

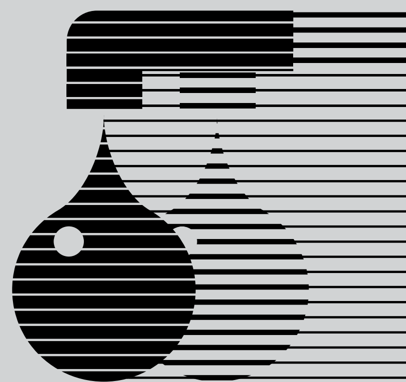
(2)　サンプラ操作部のタッチパネル化やモニタ計測部の集約化により，装置の小型化を図っている。

(3)　吸引流量は，ポンプ周波数のインバータ制御により，沪紙の目づまりに影響されず流量を一定に保ち，かつポンプ長寿命化，低騒音化を可能とした。

図 42　環境ダストモニタ



環境システム



水処理システム

環境システム

展　望

21 世紀は環境の世紀といわれており，上下水道を含めた環境分野全体の大きな流れとしては，第一に環境汚染の防止および安全・安心な生活を確保するためのシステムの構築，第二に地球温暖化をはじめとする環境対策（環境・省エネルギーの強化），第三に循環型社会の実現，第四に自治体の経営・運営形態の見直しによる収益効率化，第五に上下水道や農地・森林・市街地を含めた流域圏という概念が考えられており，この一体管理の動きがある。

富士電機では，このような社会の要求に対して，上下水道の高度処理，省エネルギー，持続可能な循環型社会構築に向けての技術開発および製品開発に重点的に取り組み，それぞれ特徴あるソリューションを提供している。

上水道分野では，飲料水の新水質基準が 2004 年 4 月 1 日から施行され，これまで以上に水質への信頼性が求められるようになってくる。

富士電機では，2003 年に大規模の膜沪過システムで世界的に実績のあるオランダ NORIT 社と技術提携をし，独自のプロセス技術と新規開発した膜の破断検知モニタを組み合わせた膜沪過システムの販売を開始した。膜沪過システムは，水道の消毒剤である塩素に対する耐性が強く，このため問題となっている病原性原虫であるクリプトスポリジウム除去性，省スペース，自動化などで利点があり，水道への適用がますます進むと考えられる。

新水質基準では，水道水の臭いの原因となる臭気物質の基準値が改正され，粉末活性炭単独処理では基準の満足が難しいことから，オゾンあるいはオゾンと過酸化水素を組み合わせた促進酸化処理と生物処理を組み合わせた高性能・低コストの高度処理システムを中・小規模浄水場向けに開発している。

また，先の水道法改正を機に，自治体の運転管理業務の第三者委託が可能になった。富士電機では，水管理サポートセンター機能を付加した水道の運転管理システム 2 件を受託した。

富士電機では，上水道分野で海外事業展開を行っており，米国の浄水場に酸素（液体酸素）を原料とした高濃度オゾン発生器（70 kg/h，当社記録品）を 4 台納入した。中国の浄水場には，凝集センサを用いた凝集制御をはじめとする全自動化した監視制御システムを納入した。

下水道の分野では，電力ピークカットと非常用自家発電用に，直流から交流へ変換するシステムである PCS（Power Condition System）を備えた NAS 電池システムを納入した。下水処理プラントの省エネルギー化がますます求められており，PWM コンバータとインバータを用い，蓄積データとポンプ井水位から最適な流量をシミュレートし，汚水ポンプの省エネルギー化を達成する運転制御システムを納入した。また，処理工程の大半のエネルギーを消費する好気的処理プロセスのばっ気制御に，微生物反応シミュレーションを適用し，既存プロセスの効率診断および大幅な省エネルギー化を達成する制御システムを開発している。

流域圏に関するアプローチとしては，琵琶湖淀川流域をモデルとした水環境総合管理システム，モニタリングシステムの研究を行っている。

環境システム分野においては，持続可能な循環型社会の構築を目指してバイオマス利用と廃棄物リサイクルを重点的に取り組んできている。

神戸ポートアイランドで行っていた環境省の地球温暖化対策実施事業である生ごみバイオマス化燃料電池発電設備の実証試験をベースに，市場への導入を図るために，より小型でコストダウンしたトータルシステムとしての高速メタン発酵システムを開発中である。

廃棄物リサイクルの分野では，直流電気抵抗炉を使って，焼却灰を無害化し魚礁，人工石材などにリサイクルする 50 t/日級のシステムが完成した。これは，溶融飛灰のリサイクルも含めた青森エコタウンプランの一部であり，全国的にも注目をあびている。

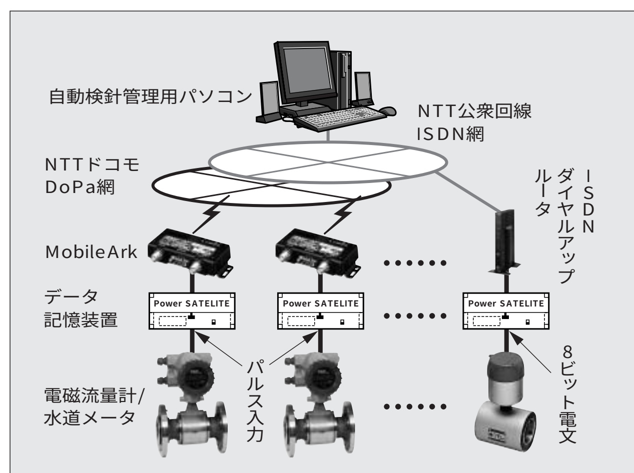
また，乾留により空き缶の塗装除去を行うシステムが北九州エコタウン内に設置され，各種実証試験を実施中である。本装置は，従来から納めてきているリサイクルプラザへの応用も検討している。

水処理システム

1　DoPa 応用水道自動検針システム

ITやネットワーク技術の発達により無線方式による遠隔監視が注目されている。2003年3月に横浜市水道局向けに63か所の需要家を対象としたDoPa網を利用した水道自動検針システムを納入した。DoPa網は定時刻収集の場合，通信料金が従量制のためNTT専用回線に比べ約1/10となる。回線引込み工事が不要になるメリットがある。本システムの新規に開発したデータ記憶装置を各需要家に設置した。本装置はWebアダプタを利用して上位通信を行っており，LAN，公衆回線など最適な通信インフラストラクチャーが選べる。また，Webによる遠隔監視が対応可能なため，広域に分散する小規模上下水道施設の監視への適応が容易であり，さらなる適応範囲の拡大が期待できる。

図1　DoPa 応用水道自動検針システム



2　先進デザインの監視制御システム

市町村合併などによる上下水道の処理場統合化や監視場所統合化が進められている。扱う監視情報量が増大傾向にある運転員の負荷軽減と業務の効率化を実現する先進デザインの監視制御システムを納入した。

このシステムではWeb技術を採用しており，すべての監視操作端末は同一機能を有し，運転管理状況に応じて用途を切り替えて情報を絞り込み効率よく運用できる。各端末はプラント全体の監視やITV監視操作，帳票処理やマニュアルなどの文書管理などが行える。監視室の周辺にこれら端末やモニタの情報を効率的に利用するための円形監視卓，中央にミーティングテーブルを配置した。すなわち，運転員が多種多様な監視制御情報を水質向上・省エネルギー運転，保守点検，改築計画策定などに活用しながら，会議・業務引継ぎなどを行えるオフィス機能を実現した。

図2　先進デザインの監視制御システム納入例



3　NAS 電池用高機能 PCS

地球環境保護を目的としてエネルギー消費の合理化を加速するために省エネルギー法が改正され，エネルギー指定工場としての省エネルギーへの取組みとして，電力自由化を背景に分散電源の需要が高まっている。NAS電池をはじめRF電池，鉛蓄電池など，新型の二次電池が実用化段階を経て市場展開が積極的に図られている中，上記の需要に応えるため新型二次電池に適用するPCS（Power Condition System）の高機能化開発を完了した。

高機能化PCSは，負荷平準化機能，自立運転機能，非常用発電機能，UPS機能（高速スイッチを用いて無瞬断で電力供給可能なシステム）を有し，電力貯蔵のほか電源供給の品質と信頼性の向上といった需要家のさまざまなニーズに応えることのできる新しい電源システムとしている。

図3　NAS 電池用高機能 PCS



水処理システム

4　汚水ポンプ速度制御用 PWM セルビウス装置

下水処理場汚水ポンプ用巻線形誘導電動機の可変速制御装置として PWM セルビウス装置を納入した。電動機出力は，365 kW，700 kW の 2 種類である。

制御装置は，ダイオード整流器，PWM 昇圧チョッパ，PWM 回生インバータで構成され，主回路素子は，IGBT を採用している。本方式は，従来のサイリスタセルビウスと比較して，①高力率（ほぼ力率 1），②高調波含有率の低減，③回生インバータ用の変圧器の容量を 40 ～ 50 %に低減，④電源じょう乱の耐性強化（自己消弧素子である IGBT を採用することにより電源の瞬時停電時に転流失敗しない），⑤力率改善設備容量の低減，という優れた特徴を有する。

図4　PWM セルビウス装置



5　新水質計測用バイオアッセイ技術

わが国の水道では，10 年ぶりの水道水質基準の改正が行われ，地域，原水の種類・質，浄水方法などにより大きく変動する水質の実態を考慮したものとなり，よりきめの細かい施設管理と水質管理が要求されることとなる。また，環境基準についても生活環境項目で水生生物保全に係る環境基準および要監視項目が設定され，事業場排水や下水道の水質管理へも影響すると考えられる。富士電機では，水道水源の有害化学物質を検出する次世代水質安全モニタや下水道の生物処理機能を守る下水流入毒物モニタなど生物の機能を巧みに利用したバイオアッセイ技術による新しい水質評価手法の開発を進めることで，水質管理の簡易化，自動化，省力化と同時に，水の安全と安心を長期安定に提供する方法を提案する。

図5　次世代水質安全モニタ（バイオアッセイ技術応用）



6　中国・長春市中日友好浄水場運転管理の高度化

浄水場の全自動化制御を行うため，富士電機では，中国・長春市自来水公司中日友好浄水場に監視計装設備を納入した。中央監視に，「FOCUS」3 台を設置し，各現場（沈殿池，沪過池，薬注，送水）に制御用コントローラ「ACS-250」と現場監視用 FOCUS を設置し，万全な監視体制を構築している。これらにより，沈殿池の自動排泥制御，沪過池の自動洗浄，送水ポンプの台数，回転数制御を行うことができる。また，薬注制御では，凝集センサを設置し，濁度とフロック粒径から凝集剤の注入量を算出する高度な制御を行い，水質の確保，適量の凝集剤注入（経済性を考慮）が可能となる。日本国内でも導入の少ない凝集センサを今回 3 台納入し，精度の高い凝集制御を実施し新しい運転管理を行っている。

図6　中央監視システムと凝集センサ



中央監視システム　　凝集センサ

水処理システム

7　水道運転維持管理ソリューション

2001 年 6 月に水道法が改正されて以来，水道運転維持管理業務の民間への委託化が拡大しつつある。水道の民間委託は水道事業の一翼を担うもので，単なる労働力の提供にとどまらず，事業責任を伴うとの認識のもと，富士電機は水道の技術者集団として，民間の得意とする保有技術を最大限活用しながら，効率的でかつ質の高い運用管理を行うため，以下のようなツール開発，ノウハウ蓄積などを行っている。

(1)　巡回点検支援システム
(2)　水質管理支援システム
(3)　水運用支援システム
(4)　運転維持管理業務管理システム
(5)　リモート監視システム

図 7　受託運転維持管理現場



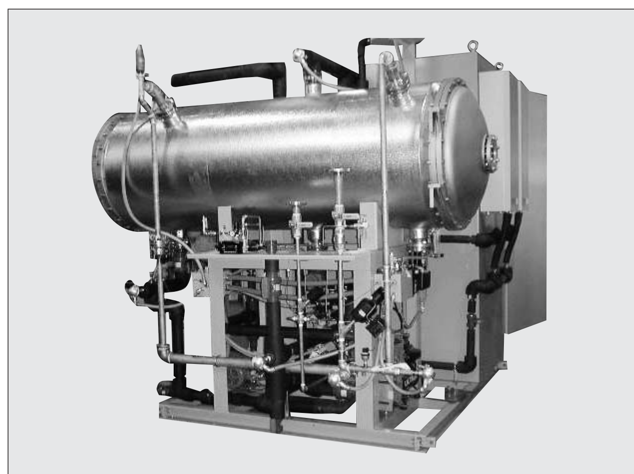
8　新誘電体空気高濃度オゾナイザ

近年，水処理工程におけるオゾン反応効率の向上を図るため，空気オゾナイザの高濃度化，高圧化が求められている。高濃度化，高圧化によりオゾナイザの省スペース化，反応槽の高水深化が可能となる。反応槽の高水深化は反応効率の向上，小型化につながる。このほど，新開発のセラミックス発生管を用いた高効率空気オゾナイザ「FSA シリーズ」を発売した。オゾナイザの電源は，高調波を低減した高周波電源を採用し，構造は高圧，短ギャップで高濃度を発生する高性能オゾン発生装置である。

FSA シリーズの特徴は次のとおりである。

(1)　オゾン高濃度化・高圧化（従来の 2 倍），消費電力を 30 %低減し小型化を達成
(2)　高水深反応槽高効率化オゾン処理システムに対応

図 8　富士オゾナイザ「FSA シリーズ」



9　米国ボストン市 Walnut Hill 浄水場向け 70 kg/h × 4 台オゾナイザ

米国の浄水場において，オゾンを利用した高度処理が広がっている。欧州に比べ普及が遅れていたが，近年，塩素系副生成物やクリプトスポリジウム対策に優れた方式として，酸素を原料としたオゾナイザの採用が進んでいる。

初期は中小規模向けから始まったが，大都市の大型浄水場においても，順次検討，計画，導入が進んでいる。

富士電機が，2001 年に受注し，2003 年に工場試験の後，現地納入したオゾナイザも，液体酸素を原料とした，オゾン発生量 70 kg/h × 4 式のオゾン設備である。それまでの 20 kg/h クラスの各地への納入，稼動実績を評価され，採用された。富士電機の記録品であると同時に，国内メーカーでは最大規模であり，世界的なオゾンメーカー（オゾニア，ウェデコ）と肩を並べる製品である。

図 9　オゾナイザ本体



水処理システム

10　栃木県藤原町鬼怒川浄水場納入省エネルギー型凍結融解脱水設備

➲関連論文：富士時報 2003.2 p.137-141

浄水場汚泥は脱水が困難だが凍結融解処理すると汚泥粒子が高密度の粗大粒子に改質されるため脱水が容易となる。藤原町鬼怒川浄水場では，この原理の脱水設備が 1977 年から排水汚泥の脱水に稼動していたが，このたび沪過濃縮装置と組み合わせ省エネルギー型凍結融解脱水設備に更新した。重力濃縮汚泥を自然方式の沪過濃縮装置で，体積を 1/5 に削減したあとで連結融解処理し真空脱水する省エネルギーシステムであり，次の特徴がある。

(1)　電力消費が従来型より 50 %削減される。
(2)　沪布など消耗品の交換が少ない。
(3)　汚泥性状が変化しても性能が安定している。
(4)　運転監視は開始・終了時の巡回程度で済む。

図 10　凍結融解処理設備



11　次亜塩素酸ナトリウム生成装置

今日，給水末端における残留塩素濃度の過不足の問題が挙げられており，注入塩素量，残留塩素濃度の適正管理のニーズが高まっている。

このため富士電機は，食塩水の電気分解により次亜塩素酸ナトリウム（NaClO）を生成し，上水の塩素濃度管理の最適化を実現する装置「次亜塩素酸ナトリウム生成装置」を開発中である（2004 年 4 月販売予定）。

本装置の特徴は次のとおりである。①原料が食塩，水，電気のために取扱いが容易，またランニングコストが安い。②生成次亜塩素酸ナトリウム液は低濃度，弱アルカリなので安定性がよい。③一体型収納キャビネットでコンパクト設計である。④自動運転，Web 画面による遠方監視に対応可能である。

図 11　次亜塩素酸ナトリウム生成装置



環境システム

1　リサイクルセンター・最終処分場

➲関連論文：富士時報 2003.2 p.108-115

富士電機は，循環型社会の構築と地球温暖化対策として，幅広いトータル環境ソリューションを提供している。その中で，粗大ごみ・資源ごみ処理および再資源化施設を 1975 年以来 116 か所に納入にしている。最近では，埼玉西部環境保全組合（処理能力 45 t/5 h），与論町役場（処理能力 2.2 t/5 h）富山県福岡町（処理能力 2.36 t/5 h）に納入している。現在，久米島町リサイクルセンター（処理能力 3 t/5 h）を受注し設計・製作中である。また，リサイクル・中間処理後の残渣（ざんさ）は，最終的に埋立て処分される。埋立地のごみの層を浸透した雨水などの処理をする浸出水処理施設を現在までに，18 か所納入している。最近では，青木山一般廃棄物最終処分場，妙高高原町一般廃棄物最終処分場に納入している。

図 12　リサイクルプラザの全景



環境システム

2　青森エコタウン 焼却灰・ホタテ貝殻リサイクル施設

一般廃棄物，産業廃棄物焼却灰の無害化処理および県内に放置されたホタテ貝殻の有効利用を行う全国17番目のエコタウンが青森県に設置された。自然環境の負荷を低減する資源循環型事業である。事業主体は県内企業である大平洋金属(株)が受け，富士電機は直流電源設備，計装設備などを担当した。焼却灰に含まれる重金属，ダイオキシンの無害化処理技術に焼却灰を高温溶融する直流電気抵抗式溶融が優れており，かつ溶融後に生成されるスラグは，冷却過程で無害な人工石材として再利用できることを特徴とする。

富士電機と大平洋金属(株)が環境事業団補助事業を受け，無害化処理時にホタテ貝殻の利用により，海藻が根付く魚礁とする自然再生技術に寄与することが評価された。

図13　処理能力 50 t/日の直流電気抵抗式溶融炉



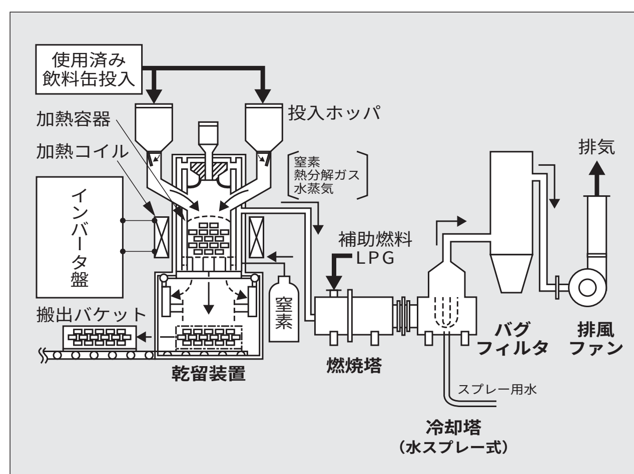
3　北九州エコタウン 缶の高品位リサイクル実証

資源ごみとして回収される空き缶の高品位リサイクルを目的として，富士電機は飲料缶の塗料コーティングを誘導加熱により乾留熱処理するシステムを開発中である。

このシステムは，窒素雰囲気中で熱処理するため，金属を酸化させることなく高品位でリサイクルができ，ダイオキシン類の生成が抑制される。熱源として電気を利用しているため，自動制御が可能で安定した操業ができるなどの特徴を持っている。

富士電機と日青鋼業グループは，北九州エコタウン実証研究エリアにおいて，乾留熱処理した缶をスチール素材，アルミ素材のペレットに分離し，従来の缶プレス品よりも付加価値の高い原料に再生する技術を開発するため，実証運転を実施中である。

図14　誘導加熱式空き缶処理用乾留システム実証試験機



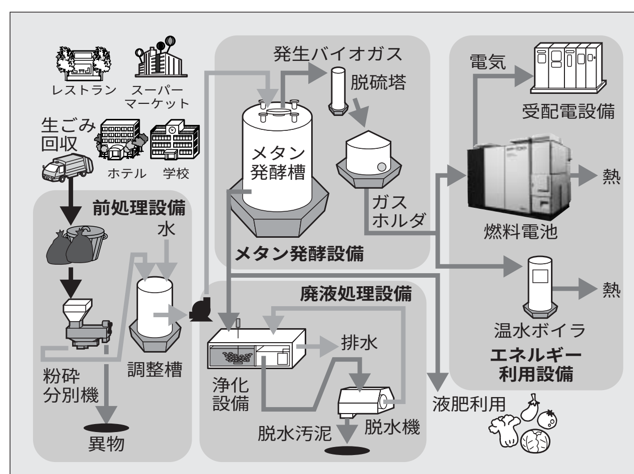
4　食品廃棄物メタン発酵発電パイロットプラント

食品リサイクル法の施行に伴い，食品廃棄物などの有機性廃棄物を有効利用することが求められている。メタン発酵は，生ごみのような水分の多い原料から有効にエネルギー回収ができるので，食品廃棄物の利活用の有望な選択肢の一つである。

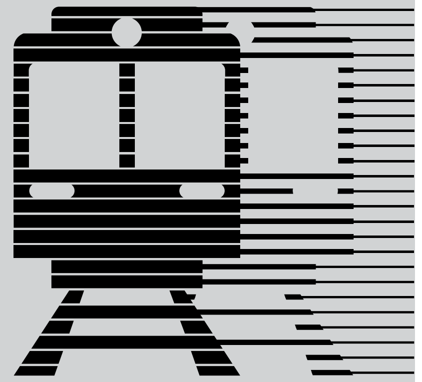
富士電機では，東京都日野市クリーンセンター内において食品廃棄物メタン発酵システムのパイロットプラントを建設し，2004年度末ごろまで運転検証を進める。本システムは，メタン菌を高濃度に維持することにより，高速発酵と安定運転を両立させることを特徴としている。

今後，長期間の運転による実証データを取得し，事業化を図っていく考えである。

図15　処理フロー



産業・交通システム



産業パワーエレクトロニクス機器・システム
計測制御システム
施設電機システム
変電システム
中大容量 UPS
交通・特機

展　望

産業，社会インフラストラクチャー（インフラ）分野を取り巻く経済環境は依然厳しいが，設備投資は IT，環境改善・省エネルギー投資など新しい価値観に基づく投資へとシフトし，底打ちの兆しもみられる。富士電機は，社会インフラに新しい価値を提供すべく取り組んでいる。

産業パワーエレクトロニクス機器・システム分野では，メンテナンス性に優れた大容量アルミ電解用変圧整流装置（Ｓフォーマ）をターンキー契約で，また最新の技術を結集した大型鉄鋼プロセスライン用ドライブシステムを海外向けに納入した。また，環境改善・省エネルギーのさらなるユーザーニーズに応えるため，高圧インバータの機能拡充を図るとともに，電気加熱応用のアルミニウムくず溶解装置を製品化した。産業機器システムとしては，過去培った実績を高度にパッケージ化したコストパフォーマンスの高い中小規模監視制御システムおよび最適化エネルギーマネジメントシステムの開発・製品化を実施した。

計測制御システム分野では，実行系であるプロセスオートメーション技術と，計画・管理系である情報システムの最適化を図るため，IT を活用した工場全体の統合に取り組んでいる。オフィスから生産現場までのシームレスな垂直統合を目指し，計画系と実行系を融合して生産システムを最適化していくため，生産システムの中核である計測制御システムは，オープン化，ネットワーク化によるフィールドから基幹情報システムまでの垂直統合およびフィールド全体を含む水平統合が求められている。富士電機は「進化と継承」をコンセプトにしたオープン統合化分散制御システム「MICREX-AX」「FOCUS-P」およびプログラマブルコントローラをベースにしたハイブリッド制御システム「Jupiter」によりユーザーニーズを実現している。

施設電機システム分野では，道路，空港，港湾，ダム，官公庁庁舎，病院，公園などさまざまな分野に各種設備を納入した。空港分野では，東京国際空港向けの給油計装システムを納入し，さらに中部国際空港向けシステムを対応中である。今後は環境への配慮，環境と共存を目指した「エコエアポート」設備対応を推進する。河川・港湾向けでは非常用電源，カメラ監視装置を納入した。さらに，米国の同時多発テロを機に策定された「SOLAS 条約」対応のセキュリティシステムの導入を進める。クリーンルーム分野は，電子分野，特に液晶表示装置向けの需要が増大し，国内外の多くのユーザーに納入した。今後も液晶表示装置の需要増大，大型化・高精度化が進み設備の需要増が期待でき，工場の大規模化対応として，さらに省エネルギー機器開発とコストダウンへの取組みを強化する。変電システム分野としては，供給電力の品質・信頼性向上を目的として高速限流遮断器を開発・適用した。

中大容量 UPS は，蓄電装置として鉛バッテリーに代わり，長寿命かつ環境対策面でも大きな効果が得られるフライホイール採用システムを開発した。また，入出力異電圧対応，保守バイパス給電機能内蔵の単相出力シリーズ，さらに，小型・軽量化した三相出力シリーズを系列化した。両シリーズとも完全独立並列運転方式に対応している。

電気鉄道分野では，東海道新幹線品川駅の開業，第三セクター鉄道の新設工事あるいは地下鉄延伸工事が活発に行われた。富士電機はパワーエレクトロニクスや環境対応技術を駆使し，省エネルギー，省保守，小型化，地球温暖化防止に貢献する各種システムを納入した。地上分野では，つくばエクスプレスに高精度な定電圧可逆電力変換機能を持つ PWM 変換装置を開発，納入するとともに，各市営地下鉄，私鉄に最新鋭の環境対応機器を採用したき電変電所設備および新縮小形配電盤を納入した。車両分野では，700 系新幹線（のぞみ）用主回路機器すべての納入を完了した。在来線では，東日本旅客鉄道(株)向け補助電源，側引戸用リニアドアを引き続き製作納入した。2005 年春の日本国際博覧会（愛知万博）開催に向けた愛知高速交通(株)向け浮上制御装置は実験線での性能試験を終了し，量産編成への製作納入を開始した。

富士電機は，今後も，産業，社会インフラ分野において電機・計測・情報制御技術を駆使し，最適なソリューション＆サービスをお届けする所存である。

産業パワーエレクトロニクス機器・システム

1　川崎重工業(株)経由トルコ向け連続焼鈍設備

川崎重工業(株)経由トルコ EREGLI IRON AND STEEL WORKS CO. 向けに最新の連続焼鈍設備（CAL）を納入した。このシステム構成と特色は次のとおりである。

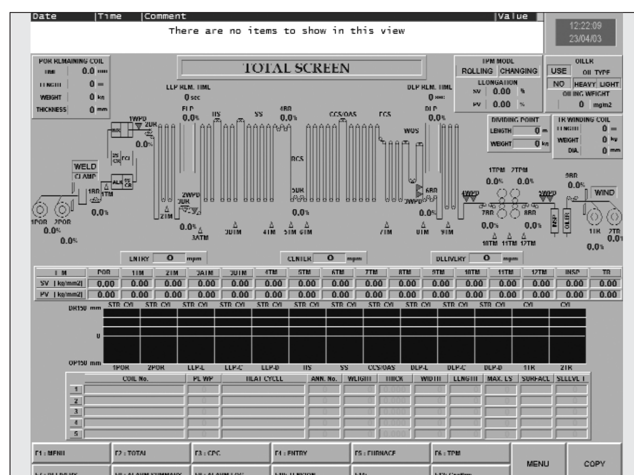
(1)　高精度・高性能・省スペースを追求した交流可変速駆動用 IGBT PWM コンバータ・インバータ（FRENIC 4000CM5/VM5/VMT5/FM5）の適用

(2)　プログラマブルコントローラと交流可変速駆動装置の間に速度主幹制御を行うミッドフィールドコントローラ（MFC）を設置

(3)　プラントコントローラ（ACS-2000）およびパソコン HCI（FOCUS-P）による全自動運転およびライン制御の実現

以上の機器・システムにより，高度な制御，簡易操作，省保守，電気室の縮小を実現している。

図１　全体監視画面



2　環境に優しい高圧インバータの機能拡充

ファン・ポンプ・ブロワ設備などを駆動する高圧電動機を可変速運転することは，数ある環境（省エネルギー）への取組みの中でも簡単でかつ効果が大きい。1999 年から出力トランスレスで高圧電動機を可変速駆動できる高圧 IGBT インバータ（3/6 kV）を製品化し販売しているが，さらに次の改良を行った。

(1)　盤幅を大幅縮小（最大 35 %縮小）

(2)　制御装置の部品点数削減と小型化（従来比 60 %）

(3)　電圧制御周期を 2 ms に高速化（従来は 5 ms）

(4)　最高出力周波数を 200 Hz（従来は 120 Hz）とし高速電動機へ適用を拡大

(5)　電動機に優しい制御を充実

(6)　入出力点数を増やし単独運転対応を強化

図２　高圧インバータ「FRENIC4600FM4」



3　アルキャンインゴット社向けアルミ電解用整流設備

米国・アルキャンインゴット社向けに，アルミ電解用ダイオード変圧整流装置（S フォーマ）を納入し，順調に稼動している。

このＳフォーマは，入力 34.5 kV，25.24 MVA，出力 DC600 V，35 kA，21 MW で，次の特徴がある。

(1)　整流器部分は送風風冷式で，冷却構造がシンプルなのでメンテナンスが軽減される。

(2)　富士電機としては海外で初の，基礎・消火設備工事を含めたターンキー契約である。

(3)　直流断路器と直流変流器を整流器に内蔵したオールインワン構造である。これにより現地工事を軽減し，メンテナンスをしやすくしている。

(4)　MMI システムにより省力化を図った。

図３　稼動中の S フォーマ



産業パワーエレクトロニクス機器・システム

4　ダウケミカル社向けソーダ電解用整流設備

ダウケミカル社向けに大容量ソーダ電解用サイリスタ変圧整流装置（S フォーマ）3 台を納入した。

この S フォーマは，老朽化した既設の他社製整流装置を更新するためのもので，富士電機 S フォーマの高い信頼性が顧客に評価された。2 台はアメリカへ，もう 1 台はブラジルへ納入され，当面は予備器として現場に据付けされる。

このＳフォーマは次の特徴がある。

(1)　入力：77.7 MVA，14.2 kV，60 Hz
　出力：DC860 V，72 kA，61.92 MW，12 パルス
(2)　単器最大級の容量でありながらコンパクトである。
(3)　36 kA・6 パルス× 2 回路構成の 12 パルスとし，必要に応じて 36 kA ごとの個別制御も可能である。

図4　現場保管中の整流器用変圧器

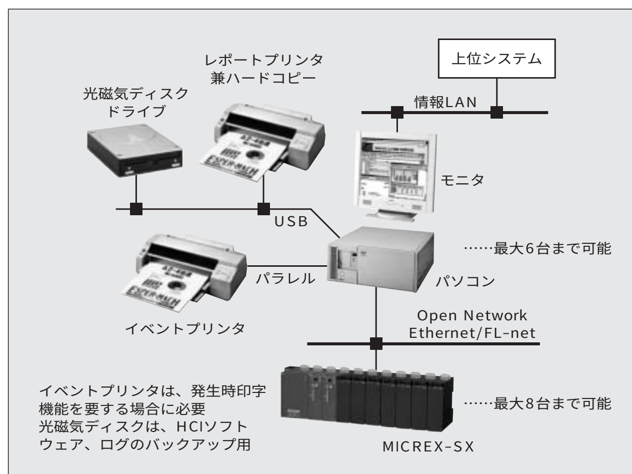


5　中小規模監視制御システム

富士電機がさまざまな分野で培ってきた実績を高度にパッケージ化した SIRIUS（開発コード）は，要求仕様への迅速かつ的確な対応を可能とした，中小規模向けの監視制御システムである。主な特長は次のとおりである。

(1)　パソコンと汎用 PLC で，手軽にシステムを構築可能
(2)　国際規格 IEC61131 に準拠した MICREX-SX を採用
(3)　Ethernet，FL-net ほか，多彩なネットワークに接続可能
(4)　対象設備の「規模」と「用途」に応じた，適正な機能と価格のシステム構築が可能
(5)　画面と PLC ソフトウェアを一体でパッケージ化し，高品質かつエンジニアリング効率の高いシステムを実現
(6)　要求仕様に合わせて手軽にカスタマイズ可能

図5　システムの基本構成例（推奨構成）



6　アルミニウムくず溶解用ハイブリッド型渦巻スターラ

アルミニウム缶くずやチップ材を反射炉で効率よく溶解する，国内最大炉容量のハイブリッド型渦巻スターラ（SMS-130）を納入した。

特徴は次のとおりである。

(1)　電磁力で回転渦をつくり，渦中にチップ材などを巻き込ませるため，溶解時間が短縮し歩留りが向上する。
(2)　溶湯とは完全非接触型であることから破損，消耗部品がなく信頼性，保全性に優れている。
(3)　ガスエネルギーと電気エネルギーの利点をミックスしたハイブリッド型省エネルギーシステムである。
(4)　電磁力により反射炉に強制流ができるために溶湯温度および溶湯成分の均一化が図れる。
(5)　従来の反射炉にも取付け可能である。

図6　ハイブリッド型渦巻スターラ



計測制御システム

1　食品プラントの計測制御システム

近年の食品業界は，食品に対する安全への意識の高まりや幅広い消費者に受け入れられる商品のスピーディな市場投入などの対応が急がれている。こうした背景のもと，雪印乳業(株)幌延工場は，このほど計装システムを一新した。

システム更新にあたり富士電機は，経済的でオープンなシステムである「FOCUS」とPLCをベースにより信頼性を高め，高度な制御にも対応できる新開発のハイブリッド制御システム「Jupiter」を提供した。また，専用プログラミング言語を必要とせず，汎用のOAツールで制御ソフトウェアの製作ができるエンジニアリング革命ツール「HEART」によりエンジニアリング効果を高め，短期間のシステム更新に対応した。

図7　食品プラントの計測制御システム

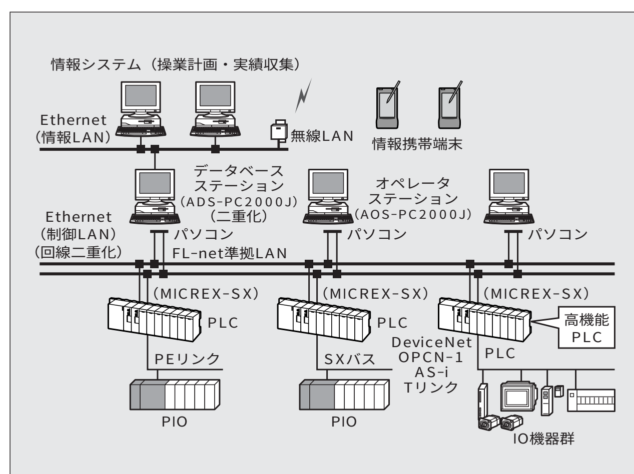


2　ビールプラントの計測制御システム

ビール業界では，激化するビール・発泡酒の新商品対応や発泡酒増税に対する製品コストの低減，さらに生産計画・操業実績データを駆使し，操業の効率化を図ることの可能な情報・計測制御システムが要求されている。

このような情況の中で，富士電機はDCSコントローラに汎用PLC（MICREX-SX）を応用して，高機能・高信頼を実現し，汎用パソコンで操作性に優れたHMIを提供するハイブリッド制御システムを某社ビール工場のリニューアルDCSシステムとして製作中である。また，リニューアルシステムのソフトウェアはエンジニアリング革命ツール「HEART」で構築している。

図8　ビールプラントの計測制御システム構成例



3　化学プラントの計測制御システム

化学分野ではグローバル競争が激化し，生産コスト圧縮など厳しい経営環境にある。一方，生産システムの老朽化対策，新製品・改良のための追加・改造は着実に行われている。富士電機ではシステム更新，ソリューションシステムについてお客様へ提案し，生産活動のサポートをしている。既設システム「MICREX-PⅢシステム」を最新の「オープンAX」へ更新，「MICREX-MSシステム」を「FOCUSシステム」へ更新している。また，生産実績を追求し製品の安全を保証するトレーサビリティシステムの構築支援を実施した。今後はIT，情報ソリューションを活用し，オペレーションの革命，熟練作業への運転支援，およびトレーサビリティシステムを含めたMESを提案することによりお客様の生産活動に寄与していきたい。

図9　化学プラントの計測制御システム



計測制御システム

4　鉄鋼設備の計測制御システム

設備投資の抑制傾向にある鉄鋼業界ではあるが，老朽化制御設備の更新は継続している。この更新においてはコストミニマム，高品質，更新時間の短縮が要求されている。このたび，JFEスチール(株)東日本製鉄所（京浜地区）焼結設備において，納入後約25年稼動している制御システム「MICREX-PⅡ」から，オープンで保守性・信頼性の高い分散型制御システムである「オープンAX」システムに更新した。焼結設備は高炉の付帯設備であり，短時間での更新が要求される。その施策として，既存コントローラのロッカー，外線ケーブルを流用した更新方式をとり，新コントローラである「ACS-2000」に更新した。この方式により現地工事，およびループチェックの時間短縮が図られ，現地コストが従来の半分で実現できた。

図10　焼結工場の中央監視室



5　エネルギーセンタの計測制御システム

エネルギーを多量に消費する，鉄鋼業におけるエネルギーセンタは，富士電機の最も得意とする分野の一つである。従来のパネル，デスクによる操業から，DCS化を目指して約15年が経過し，新機種による増改造が必要となってきた。このたび，新日本製鐵(株)八幡製鐵所向けの酸素製造設備計測制御システムが稼動を開始した。酸素製造設備は，空気圧縮機，吸着槽，貯蔵槽などから構成され，転炉など主要設備の生産工程で必要不可欠な，酸素，窒素，アルゴンなどを製造する設備である。本システムは既存設備の操業を継続しながら，設備増設に伴い新システムを増強したものである。新旧システムを混在させ，すべての既存設備の監視操作画面を新システム側に移植するなどで，スムーズな移行が実現できた。

図11　酸素製造設備計測制御装置の中央操作室



6　ガスパイプラインの計測制御システム

クリーンエネルギー利用の一環として天然ガスの需要が増大している。富士電機では，天然ガスパイプラインの大規模計測制御システムをJFEエンジニアリング(株)経由石油資源開発(株)長岡鉱業所へ納入した。このシステムはプログラマブルコントローラとパソコンSCADAを組み合わせた新しいシステムであり，広域に分散する約40局の監視対象局との通信はNTTのIP-VPNと衛星通信を利用してEthernetで行っている。他方，天然ガス採収設備の増強も盛んであり，JFEエンジニアリング(株)経由石油資源開発(株)札幌鉱業所へ「勇払中央基地採収設備増設」システムを納入した。既設DCSへの増設であるため，計器室の省スペースを目的としてHMIは2段積み型CRTを採用した。

図12　ガスパイプラインの計測制御システム



計測制御システム

7　LNG プラントの計測制御システム

環境に優しいクリーンエネルギーである LNG（液化天然ガス）は，都市ガス製造の主原料として導入が進んでいる。四国ガス(株)では，四国初の LNG 受入基地として高松工場を建設し高松地区の天然ガス転換を開始した。また，四国内の各サテライト基地への LNG 供給も高松工場からローリーで輸送されている。

富士電機では，高松工場の計測制御システムとして最新 DCS（分散型制御システム）「FOCUS」を納入した。FOCUS では，都市ガス製造設備，ローリー出荷設備の監視制御および供給監視を担当し，冗長化構成や DCS 保守時も設備の部分運転が継続できるようなシステム構成が考慮してあるなど都市ガスの 24 時間安定供給に応えるシステムとなっている。

図 13　四国ガス(株)高松工場の LNG 貯槽・空温式気化器



8　ごみ焼却プラントの計測制御システム

ごみ焼却施設は，ごみ排出量の増大，環境（ダイオキシンなど）問題などの種々の要請に応えるため，設備の更新および新設する中で付帯設備を備え，大規模，高機能化かつ複合プラントとなっている。

写真は，住友重機械工業(株)経由新居浜市清掃工場へ納入したシステムの中央制御室で，分散型制御システム（MICREX-AX）およびコンピュータを導入した EIC 統合システムである。さらに運転・管理支援システム（予防保全，設備診断，在庫管理，点検データ処理）を導入し，オペレーターや工場管理者の業務効率化を図っている。

教育用としてのごみ焼却施設訓練シミュレータを導入し，オペレーターの教育訓練ができ，プラントシミュレータの機能も有していることが特徴である。

図 14　新居浜市清掃工場の中央制御室



施設電機システム

1　防災型太陽光発電設備

国土交通省北陸地方整備局福岡防災ステーションに 20 kW 防災型太陽光発電設備を納入した。設備全体は，①太陽電池（多結晶），②インバータ（自立運転，系統連系運転），③発電制御盤，④充電装置，⑤蓄電池（400 Ah），⑥各種計測装置，⑦変電設備などの各機器で構成されている。

通常は太陽電池から蓄電池への充電を行い，蓄電池が満充電の状態になると商用系統連系運転に移行する。商用停電時には，重要負荷である河川や雨量などの計測装置に蓄電池から電力を供給する。また POD ＋プログラマブルコントローラを採用し，蓄電池の状態を監視制御することで，非常電源としての運転持続時間が不足とならないように蓄電池の充電や放電が行われ，蓄電池電力を利用した応用性の高い運転が可能なシステム構成としている。

図 15　防災型太陽光発電設備



施設電機システム

2　愛媛県乙女川排水機場電機設備

排水機場電機設備は，豪雨から国民の生命や財産を守り，また環境保全を果たしながら，水資源の有効活用を図るといった重要な使命を担ってる。そのために，運転時には高い信頼性が望まれるとともに機器の保守や維持管理を含めた総合的な性能が重要視される。排水機場電機設備は主ポンプ設備や監視操作制御設備，電源設備などのポンプ設備と吐出ゲート，自然排水ゲートなどの関連施設から構成され，一体となってその機能が発揮されることが望まれる。富士電機は乙女川排水機場において停電時などの外的要因に左右されずに必要な電力を確実に供給できる電源設備や自家発電設備を納入するとともに内水位，外水位などを計測し，自動かつ最適に設備全体を運転する監視制御設備を納入している。

図16　乙女川排水機場の全体写真



3　新東京国際空港公団第 2 給油センター納入計装設備

空港給油の分野では，新空港の建設・既設空港の拡充建設および更新が行われてきた。新東京国際空港公団では，暫定平行滑走路（B-RUN）の供用開始に伴い給油施設の設備増強として，第 2 ハイドラント給油施設に第 2 給油センターの拡充が図られ，富士電機は計測制御システムを納入した。既設の計測制御システム（MICREX-PIII）の第 2 ハイドラント払出系統に MICREX-AX を追加し，第 1 給油センターと第 2 給油センターから第 2 エプロンの旅客機へ同時にジェット燃料の払出しを可能にする機能拡充を図った。夜間の限られた時間内での調整作業を行い，翌早朝には既設システムでの払出操業が行えるよう，新・旧のシステムをスムーズに切り替えながらシステムの増設を行った。

図17　給油センタ室



4　十勝エコロジーパーク放送情報設備

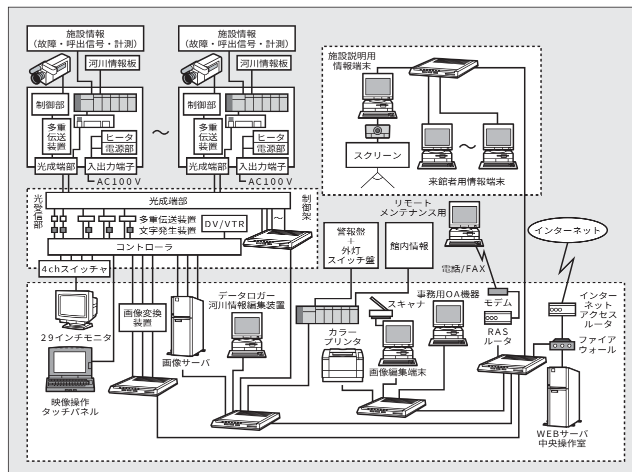
本システムは，十勝エコロジーパーク園内に布設した光ケーブルを基盤に，園内を利用される方々にさまざまな情報サービスを行うシステムである。

園内の生態系を映像にて収集し，ビジターセンターでの教育活用や，インターネットサーバと連携したさまざまな教育情報の収集が行える仕組みを構築している。また，園内利用者の安全管理として，河川などの情報提供や園内利用者からの緊急通報呼出し応答の管理なども行っている。

主な機能は次のとおりである。

(1)　生態系カメラによる映像情報配信機能
(2)　河川情報表示板による情報提供機能
(3)　身障者トイレ緊急呼出しボタンによる緊急管理機能
(4)　園内施設の監視・携帯電話への自動情報転送機能

図18　十勝エコロジーパーク放送情報管理システム



施設電機システム

5　新型交流電気集じん装置

自動車高速道路トンネル内の空気中に含まれる浮遊粒子を除去するため，電気集じん装置（ESP）が利用されている。ESP は，集じん性能が高いことはよく知られている。しかし，装置内に捕集した粒子を再び排出してしまう再飛散現象があることも知られていた。従来，再飛散を防止する開発成功例はなく，解決すべき課題とされてきた。

そこで，再飛散を効果的に抑制する新型交流 ESP を世界で初めて製品化した。一般的に，ESP は直流高電圧によって浮遊粒子を空気中から除去する。これに対し，交流 ESP では，交流高電圧を利用する。ESP 装置内の捕集した粒子の形状を操作することで，再飛散を抑制する。交流 ESP は，装置の洗浄周期が従来の 2 倍以上になり，保守費用などの削減にも貢献する。

図 19　電気集じん装置と高圧発生盤



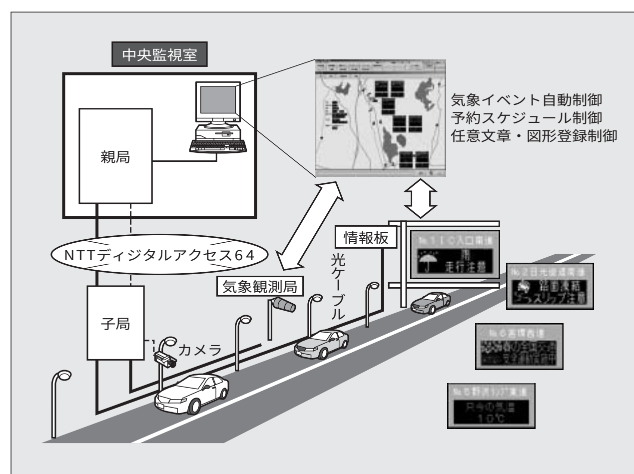
6　宇都宮北道路情報板制御システム

本システムは，道路本線上の気象観測情報監視設備から収集する情報収集機能と，同本線上の道路情報板設備へ提供する情報提供機能とを，論理的には IP（インターネットプロトコル）ネットワークを利用し，物理的には光ケーブルとディジタル回線を利用し，有機的に運用を統合する遠方監視制御システムである。

道路情報板の主な制御機能は次のとおりである。

(1)　気象情報に連動した自動情報提供機能
(2)　イベント日時や内容の予約スケージュール制御機能
(3)　路線管理のための一括区間制御機能
(4)　緊急情報提供のための割込み制御機能
(5)　任意文章・図形登録制御機能

図 20　道路情報板（HL7 型）遠方監視制御システム

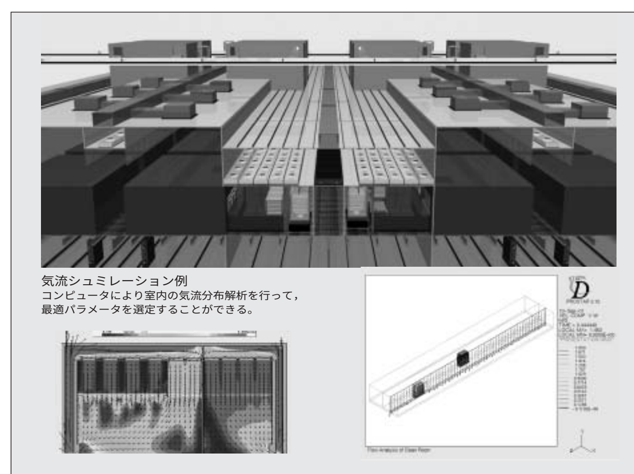


7　大規模液晶工場基本設計に三次元 CG ・気流解析を活用したクリーンルームシステム

液晶市場は近年，海外勢（韓国，台湾）との間で，価格競争・投資競争に熾烈（しれつ）さが増しており，工場建設および立上げのリードタイム短縮が顧客から要求されている。富士電機はこのたび，工場建設の検討時間短縮のため，三次元 CG ・解析を用いてクリーンルーム設備を短納期で納入した。

(1)　気流の流れ解析を活用し，搬送装置稼動速度に合わせた FFU 吹出し風速の決定や，巻上げを未然に防止する，床形状，床開口率，クリーンルーム高さ，リターンエリアのサイズ位置の決定を行った。
(2)　クリーンルームの三次元 CG を活用し，顧客とのイメージの相違からくるやり直し施工の低減や，建設現場における完成イメージの共有化により，事前検討・工程確認に大きく寄与した。

図 21　液晶工場用クリーンルーム三次元 CG ・気流解析



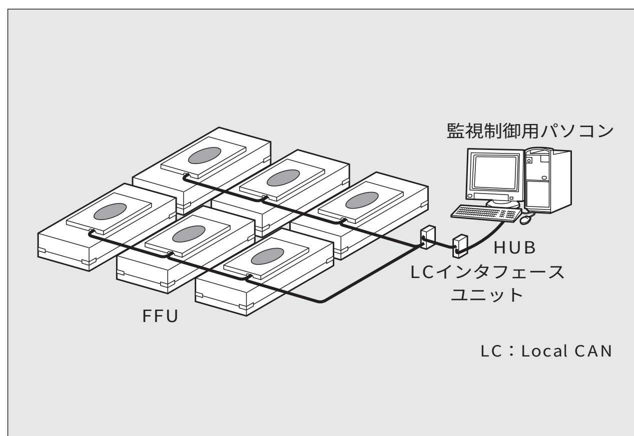
施設電機システム

8　ファンフィルタユニット（FFU）の製造装置対応 CAN 通信システム

半導体・液晶の製造装置に搭載される FFU は，製品良品率に直結する装置内の清浄度維持という重要な役割を担っている。そのため，清浄度の低下に直結する FFU の故障を迅速に検知することと，設置条件や製造プロセスに合わせたきめ細かい最適風量制御が求められている。

富士電機では，業界に先駆けて FFU に，汎用性の高い CAN（Control Area Network）通信システムを導入し迅速な故障監視・最適風量制御を実現した。さらに，SDS（Smart Distribute System），CC（Control & Communication）リンクとの接続も可能とした。今後は，本システムの活用により実回転数を監視し低回転数警報を出力するなど故障予知的な監視も可能となるため，装置の稼動率向上に大きく寄与すると期待される。

図22　CAN 通信システムの構成



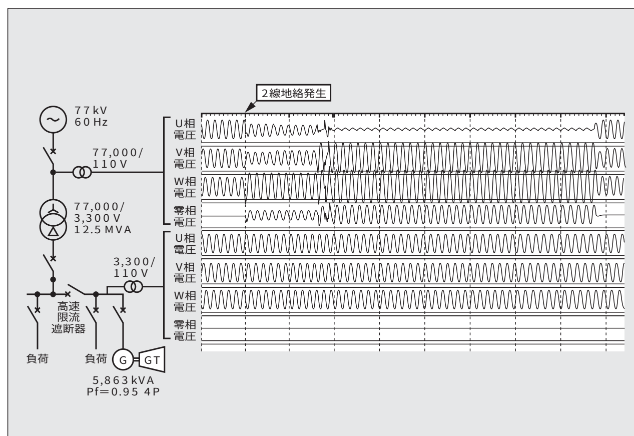
変電システム

1　限流遮断装置の実運用動作検証

送配電線への落雷などによる停電，瞬時電圧低下の影響を軽減し，自家用発電設備の保護，負荷設備への供給電力の品質および信頼度向上を目的として，富士電機では，事故発生から 3 ms 以内の遮断も可能な高速限流遮断装置を開発し，納入している。

この装置の実運用において，高速遮断装置自己診断システムの動作波形記録機能にて，高速限流遮断装置が動作したときの電圧波形を得た。測定例は，送電線への落雷による 2 線地絡時の電圧低下を検出し，高速限流遮断装置にて連系遮断器を解列した記録である。系統電圧の変動に対し，発電系母線の電圧変動は微小で，負荷設備に悪影響を与えていないことが分かる。負荷設備への電力安定供給には高速限流遮断装置の設置が有効である。

図23　高速限流遮断装置動作時の電圧波形



2　受電用 154 kV　GIS のレトロフィット更新

出光興産(株)愛知製油所の 154 kV 受電開閉所の GIS を更新した。設備構成は 2 回線ケーブル受電で ALC キュービクル内に設置されている。低コストおよび停電切換時間の短縮を図るため，レトロフィット更新により撤去から受電までを 6 日間で行った。

(1)　OF ケーブルの端末処理時間と費用を削減するため，既設ケーブルおよびケーブルヘッドタンクを流用し，新設 GIS のタンク部でドッキングした。

(2)　キュービクルの屋根を撤去し，大型クレーンで撤去と搬入を円滑に行えるようにした。また，大型スライド式テントでキュービクルを覆い，雨天での作業にも配慮した。

(3)　GIS の共通ベースを製作し，複数ユニットを一括搬入して組立時間を短縮した。

図24　154 kV　GIS（SDF 型）



中大容量 UPS

1　「6000D-1 シリーズ」UPS

➲関連論文：富士時報 2003.8 p.484-487

新型単相出力 UPS6000D-1 シリーズ： 20 ～ 75 kVA の系列化を図った。主な特徴は次のとおりである。

(1)　オールインワン：本体単独にて入出力異電圧対応（100/200 V）と保守バイパス給電機能を備えた周辺盤不要のオールインワンを実現した。

(2)　完全独立並列対応：商用同期無瞬断切換方式の UPS を最大 8 台まで並列運転可能とした。切換盤や切換用制御装置を必要とせず，直送回路も冗長されているため高信頼度化システムを実現できる。

(3)　高効率化：主変換器部に富士電機製新型 IGBT を採用し，旧型の素子と比較して損失が約 25 %低減し最高クラスの装置総合効率 90 %を実現した。

図25　UPS6000D-1（20 kVA 機）



N99-2584-1

2　「6000D-3 シリーズ」UPS

➲関連論文：富士時報 2003.8 p.480-483

新型三相出力 UPS6000D-3 シリーズ： 100 ～ 300 kVA の系列化を図った。主な特徴は次のとおりである。

(1)　主変換器部に富士電機製 IGBT を採用し，並列駆動技術の適用および新型冷却体を採用することにより主変換器部および装置の小型・軽量化を実現した。

(2)　商用同期無瞬断切換方式 UPS を並列運転可能とする完全独立並列システムを開発適用した。本システムは負荷設備の増加に応じて給電中の増設を可能とし，また，個々にバイパス切換回路を有しているため共通回路がなくなりインバータ給電中のメンテナンスを可能とした。

(3)　Web/SNMP（Simple Network Management Protocol）カードを標準装備し，複数台の UPS の運転管理を容易に行えるようにしている。

図26　UPS6000D-3（300 kVA 機）



N99-2573-3

3　フライホイール UPS

UPS の蓄電装置として最も一般的な鉛バッテリーに代わり，長寿命，高エネルギー密度の特性を持つフライホイールを採用したシステムを開発した。装置寿命が 15 年以上とバッテリーに比べ長く，UPS のライフサイクルコストを約 30 %低減でき，設置面積も 1/2 ～ 1/3 に削減することができる。また鉛使用量も大幅に削減でき環境対策面でも大きな効果がある。

停電時のバックアップ時間は 12 ～ 120 秒であり，半導体製造工場をはじめとしてあらゆる産業分野の生産ライン用など，必要な停電バックアップ時間が比較的短い負荷設備に最適である。また，自家発電機との組合せにより長時間のバックアップも可能である。蓄電装置部には米国アクティブパワー社製を採用している。

図27　フライホイール蓄電装置



交通・特機

1　つくばエクスプレス秋葉原変電所

つくばエクスプレスの建設に伴い，秋葉原変電所に受変電設備一式を納入した。主な設備は PWM 電力変換装置のほか，24 kV ガス絶縁開閉装置，直流 1.5 kV 閉鎖配電盤，主制御用配電盤などである。

主な特徴は次のとおりである。

(1)　IGBT を適用した PWM 電力変換装置は，きわめて高精度な直流 1,500 V 定電圧制御を行うことにより変電所間の電位差を小さくして対地帰路電流の低減を図るとともに，回生インバータ機能も持っている。

(2)　主制御用配電盤は 350 mm 幅の回線単位盤とし省スペース化を図っている。また PLC ダウン時の救済措置として，メンテナンスパソコンによりバックアップ機能の充実化を図っている。

図 28　PWM 電力変換装置



2　名古屋市交通局千種台変電所

地下鉄 4 号線延伸工事の一環として，千種台変電所に受変電設備一式を納入した。主な設備は，36 kV ガス絶縁開閉装置，油入自冷式変圧器，純水沸騰冷却式シリコン整流器，直流キュービクル，主制御用配電盤などである。

主な特徴は次のとおりである。

(1)　36 kV 設備は，VCB を適用した C-GIS を採用し，省スペース化と保守性の向上を図っている。

(2)　整流器は環境に優しい純水を冷媒とした並列 12 パルスの採用により，高調波抑制対策を図っている。

(3)　主制御用配電盤は，故障表示・警報回路に PLC を採用し，保守性の向上を図っている。なお PLC は二重化により高い信頼性を有するシステムとしている。

図 29　純水沸騰冷却シリコン整流器



N99-2587-13

3　福岡市交通局賀茂変電所

建設中の地下鉄新線（七隈線）の賀茂変電所に受変電設備一式を納入した。主な設備は，72 kV ガス絶縁開閉装置，ガス絶縁自冷式変圧器，純水沸騰冷却式シリコン整流器，直流 1,500 V 閉鎖配電盤，抵抗式回生電力吸収装置，6.6 kV 高圧閉鎖配電盤，主制御用配電盤などである。

主な特徴は次のとおりである。

(1)　直流高速度真空遮断器を採用し，縮小化と高信頼性，保守性の向上を実現している。

(2)　負荷時タップ切換式整流器用変圧器，抵抗式回生電力吸収装置を採用し，柔軟で安定な電力供給を図っている。

(3)　主配電盤と各階ごとに配置した現場監視盤を LAN で構成し，シンプルで高機能なシステムを実現している。

図 30　賀茂変電所



交通・特機

4　小田急電鉄(株)経堂変電所

線増連続立体工事に伴う受変電設備増強のため機器更新工事を実施した。主な設備は，24 kV 環境対応形ガス絶縁開閉装置，直流 1.5 kV 閉鎖配電盤，主制御用配電盤などである。主な特徴は次のとおりである。

(1)　24 kV 環境対応形ガス絶縁開閉装置は，SF_6 ガスをまったく使用しないドライエア複合絶縁方式を採用しており，地球環境への負担を皆無としている。

(2)　主制御用配電盤は，電気鉄道向けとして初の 350 mm 幅の回線単位盤であり，省スペース化を実現している。また，計測・故障表示機能などを集約した液晶ディスプレイを採用し，保守性の向上を図っている。

(3)　Web を利用した保全支援システムを導入し，予防保全機能の充実を図っている。

図 31　回線単位形主制御用配電盤



5　南海電気鉄道(株)羽衣変電所

南海本線・高師浜線連続立体交差事業の一環として，新設された羽衣変電所に受変電設備一式を納入した。主な設備は，24 kV ガス絶縁開閉装置，整流器用変圧器，シリコン整流器，直流 1.5 kV 閉鎖配電盤，主制御用配電盤などである。主な特徴は次のとおりである。

(1)　12 パルス純水沸騰冷却式シリコン整流器，低騒音形整流器用変圧器の採用により環境への配慮と高調波対策を図っている。

(2)　24 kV ガス絶縁開閉装置の採用により省スペース化を図っている。

(3)　主制御用配電盤には，ディジタルリレーを採用し高信頼性，保守省力化を実現している。

図 32　羽衣変電所



6　小田急電鉄(株)電気部情報共有システム

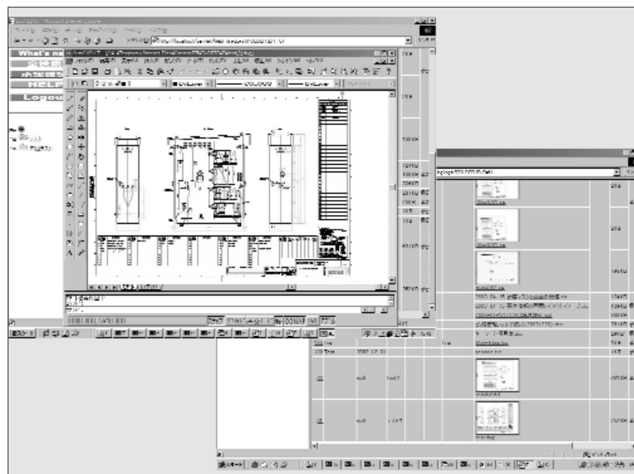
鉄道用電気・信号通信設備の図面，写真，その他文書などを電子文書として一括管理するサーバを納入した。サーバに保存された文書は，社内ネットワークに接続されたパソコンから閲覧でき，文書の一元管理と情報の共有化を図ることができる。主な特徴は次のとおりである。

(1)　情報閲覧は Web 方式を採用しているため，Web ブラウザのみで情報を閲覧できる（CAD 図面を除く）。

(2)　文書の登録・変更・削除に際しては，電子メールと連携して承認要請，承認通知などを行い，承認者の承認が得られた後に実行する業務フロー機能も具備している。

(3)　ログイン認証機能，利用者をグループ分けして操作できる機能を制限するアクセス権設定機能，キーワード検索機能，写真ビュワーなどのツールも具備している。

図 33　電気部情報共有システム閲覧画面表示例



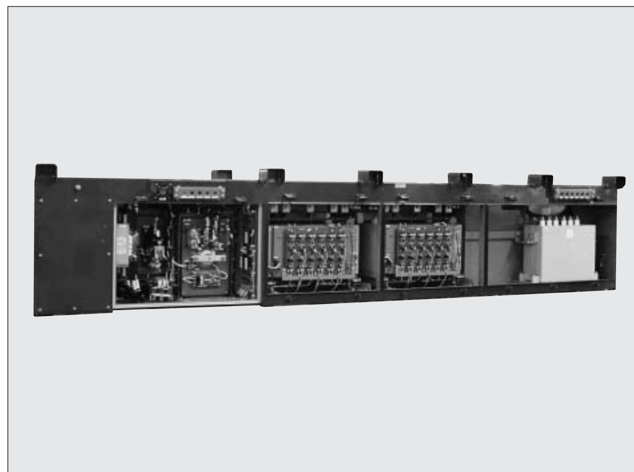
交通・特機

7　東日本旅客鉄道（株）東海道本線向け E231 系用補助電源装置

東日本旅客鉄道（株）は，東海道本線などで運用する E231 系（近郊形）直流電車を投入した。本車両に対して，富士電機は品質・信頼性を重視し，すでに総武緩行線，常磐快速線で運用されている E231 系（通勤形）直流電車用に納入した SC62A 形補助電源装置（210 kVA）において実績のある主回路方式を適用した SC76 形補助電源装置を製作・納入した。インバータキャリヤ周波数を最適化することで，発生損失の低減を図り，小型・軽量化を実現した。本装置の仕様は次のとおりである。

［定格］260 kVA（三相交流 440 V，60 Hz）
［方式］主回路：直列 2 多重インバータ 1 変圧器方式
　　　主素子：IGBT（1.7 kV－800 A）
　　　冷　却：自然冷却方式（水ヒートパイプ式）

図34　SC76 形（260 kVA）補助電源装置



8　交流電車用補助電源装置〔北海道旅客鉄道（株）721 系，九州旅客鉄道（株）817 系〕

在来線交流電車用補助電源装置は富士電機が得意とする分野の一つであり，特に国内の主な交流電化区間である北海道および九州においては，多くの実績を有している。2003 年度には北海道旅客鉄道（株）（JR 北海道）向け 721 系 8 次車，九州旅客鉄道（株）（JR 九州）向け 817 系 1000 番代用に IGBT を使用した補助電源装置を納入した。JR 北海道 721 系 8 次車は，新千歳空港ー札幌間の輸送力増強を目的とした中間増備車として製作され，補助電源装置は，着氷雪の落下による事故を防止するため床下機器をカバーで覆うボディマウント方式に対応している。JR 九州 817 系 1000 番代は福北ゆたか線（博多ー黒崎）の電化開業に合わせて製作され，補助電源装置は，車両へのぎ装作業を簡易にするため溝形状のレールにボルトで締結するマウンティングレール方式に対応している。

図35　JR 北海道 721 系，JR 九州 817 系向け補助電源装置



9　（財）鉄道総合技術研究所向け高速用集電材摩耗試験機

車両用集電装置のすり板およびトロリ線の高速域における摩耗，性能特性などを解析する研究設備を納入した。

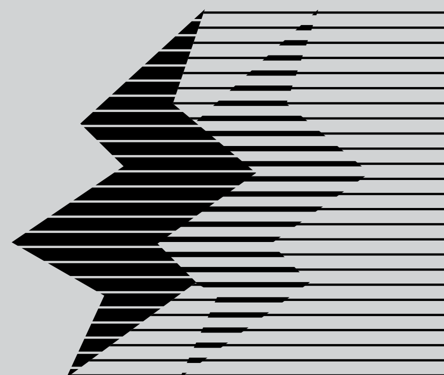
試験方法は，銅板製の模擬トロリ線をロータの円周付近に円形に取り付けて回転させ，基礎架台側にすり板試験片を固定して押し付ける摩擦方式で特徴は次のとおりである。

(1)　ロータは，直径 2 m のニッケルクロムモリブデン鋼の円盤で加工据付け精度が計測精度に影響するため，心振れ，面振れ量，バランス精度を保持するよう設計配慮した。
(2)　試験片は，模擬トロリ線間で通電しながら，プログラムにより押付け動作，左右動などを制御できる。
(3)　計測システムにより摩耗量，摩擦状況，離線発生，温度などの計測，記録，帳票作成およびカメラによる模擬トロリ表面の観察，記録を行うことができる。

図36　防音室内の摩耗試験機本体



発電プラント



火　力
原子力
水　力

展　望

2003 年は東京電力(株)のトラブル隠しにより原子力発電所の停止に追い込まれ電力危機を招いたが，海外でもアメリカ北東部からカナダにかけた広範囲にわたる大停電やイタリア全土の停電など電力供給にまつわる重大な問題が発生し，近代社会がいかに電気の恩恵を受けているかを改めて実感させられた。同時に些細（ささい）な事故が次第に拡大し，巨大なシステムがもろくも崩れさる恐ろしさを見せつけられた。また，新エネルギー分野では 4 月に RPS 法が施行され，排出権取引やバイオ発電などの開発が活発になると期待されたが京都議定書の発効が遅れ，大きな進展は見られず停滞している。

火力分野の国内市場は相変わらず低迷し，電源設備関係の投資は冷え込んだままである。原子力発電所停止による東京電力(株)の供給不安は，休止火力の運用復帰などで乗りきれたことに表されるように，電源設備の過剰状態は続いている。IPP の募集は停止されたが最後の IPP が建設段階にあり，富士電機はコンバインドサイクル発電設備を含む 4 プラントを建設中である。

海外では，アジアの通貨危機とそれに続くエンロン社の破綻（はたん）に端を発した米国市場激減の後遺症が続いているが，中国の電力市場の拡大が顕著である。経済成長により電力不足が表面化し，上海では 2003 年夏に輪番停電が実施された。ここ数年は需要の増加傾向は継続し，活発な電源開発が行われると想定される。現在多くの企業が大陸への進出を進めているが，不安定な電力供給から生産設備の多くは自家発電設備を併設する例が多い。ここでは富士電機が得意とする中容量蒸気タービン発電機が信頼性，経済性，性能の面で評価されている。

地熱市場は，アジアの通貨危機以降開発が停滞していたが，フィリピンを中心として回復の兆しが見えてきた。温暖化ガスの排出がわずかである地熱発電は，今後 RPS をにらんだ低温熱源を利用した小型の地熱開発も増えてくると予想される。富士電機では，小型・低温により適したバイナリー地熱発電設備の開発を進めている。

原子力分野では，日本原燃(株)六ヶ所再処理工場向け諸設備の現地据付けがほぼ終了し，現在，ケミカル試験を実施中である。石川島播磨重工業(株)から受注し，納入した「固化セルクレーン」は，高放射線雰囲気下のセル内の機器を遠隔で分解・組立する機器であり，富士電機が有する遠隔ハンドリング技術を大いに活用している。また，(財)原子力発電技術機構向けには，今後の発電所の廃止措置時代に備えて，5 年間に及んだ原子炉内構造物の解体撤去の実規模総合解体試験を当初の予定どおり完了し，大型遠隔ハンドリング技術の実証と，各種廃棄物の処理・処分にかかわる広範なデータを取得することができた。

電力市場の変化に伴い注目されてきた小型炉の分野では，2010 年代での市場投入を狙って，電気出力 10 万 kW 級の直接サイクルガスタービン発電高温ガス炉の開発研究に本格的に着手し，プラント概念の構築を行った。

その他，廃樹脂の IC プラズマを利用した減容技術や，遠隔での作業を容易とする YAG レーザを用いた解体・減容処理技術の開発などに積極的に取り組んでいる。

水力分野では，インド・マハラシュトラ州かんがい局向けガトガール揚水発電設備 147 MVA（G）/150 MW（M）2 台が，富士電機の技術リーダーにて，インド有数の重電機メーカーの BHEL 社と共同製作された機器が現地に出荷され，いよいよ本格的に 2005 年運転開始に向け現地据付け工事が開始された。九州電力(株)向け槇之口発電所 10.6 MW は，既設主機 2 台を今回の更新で 1 台にして，設備の運用・保守の効率化を図った。本発電所には，長寿命で保守が容易となった富士電機独自の製品である電気・油圧複合形ハイブリッド式電動サーボモータシステムが採用されており，従来の 2.2 kW 容量から一気に 7.5 kW 容量に大幅にアップされた最大容量品が納入されて何ら問題なく運用されている。今後さらなる容量アップを行い，本製品の適用範囲を拡大させてますます運用されることを期待している。東北農政局向け安積疎水管理用発電所 2.34 MW は，横軸両掛フランシス水車で運転範囲を広げた幅広い運用を行っている。本発電設備は，農業用水路の落差を利用して建設された発電所であり，今後工業・農業用水路を利用した発電設備がますます計画，適用されることを期待している。

火　力

1　(株)ユービーイーパワーセンター向け発電設備の建設

1988 年 7 月に(株)ユービーイーパワーセンターから 216 MW の石炭だき IPP 火力発電設備をフルターンキーで受注した。富士電機はタービン・発電機をはじめプレボイラ系の設備・変電設備・各種電気品を，石川島播磨重工業(株)がボイラおよび環境設備を，JFE エンジニアリング(株)が主に土木建築設備をおのおの納入する。発電所建設エリアや資材置き場が狭い中でのプラント建設であるため円滑に工事が推進できるよう，十分な事前検討を行い 2001 年 10 月に土建工事を着工した。その後，2002 年 9 月に立柱式，同年 11 月にはタービン・発電機の据付けを開始し，2003 年 9 月に火入れ，同年 10 月に通気を行い，その後の試運転は，計画工程どおり順調に進み，2004 年 3 月 1 日の営業運転開始に向け，現在最終調整試験に取り組んでいる。

図１　建設中の発電所全景（2003 年 9 月現在）



2　富士電機初のコンバインドサイクル発電設備

富士電機では，(株)東京ガス横須賀パワーから，240 MW 級ガスタービンコンバインドサイクル発電設備を 2003 年 6 月に受注した。

本発電設備は 2006 年から 15 年間東京電力(株)へ電力を供給する IPP 発電所である。ガスタービンはシーメンス社製の V94.2 形を採用し，発電所全体は富士電機が設計・製作する。発電用冷却水には，近接の下水処理場からの排水を適切に処理し再利用する。燃料は都市ガスを使用し，冷却塔には白煙防止機能付きの乾湿併用形冷却塔を採用する。

2003 年に環境アセスメントの手続きを終え，現在詳細設計中である。2004 年 2 月からは土木建築工事が開始され，機器製作・据付け工事・試運転を経て，2006 年 6 月の営業運転開始を目指し，現地工事が本格化する。

図２　コンバインドサイクル発電設備の完成予想図



3　大容量空気冷却発電機

富士電機では，水素冷却発電機に比べて，据付けと運転・保守が簡便である空気冷却発電機の出力範囲の拡大に取り組んできた。富士電機の空冷発電機の特徴としては，全含浸絶縁システムを採用した固定子ならびに DSS 運転への対応可能な強固で堅ろうな回転子による高い信頼性があげられる。これまで 5 台の 200 MVA を超える大容量空気冷却発電機を納入し，1 台を製作中である。海外向けにおいては，280 MVA 級の発電機が 2002 年に営業運転を開始し，高い性能で運転されている。また，国内向けにおいても国内最大級の(株)ユービーイーパワーセンター向け 240 MVA 発電機の現地での性能試験が完了し，2004 年 3 月の営業運転開始に向け，試運転を順調に実施中である。

図３　試運転中の 240 MVA 空気冷却発電機

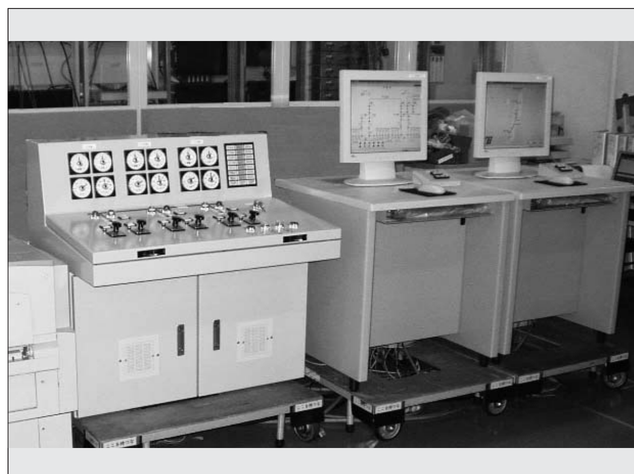


火　力

4　島嶼発電所向け遠方監視制御システム

島嶼（とうしょ）の発電所は小規模のものが点在しているため，電力会社は維持・運営に大きな負担を強いられている。このようなことから運転業務の効率化・省力化のために，1か所で遠方監視制御が可能なシステムの導入が求められている。富士電機は，九州電力(株)新種子島発電所（制御側）・種子島第一発電所（被制御側）向けにコンピュータによる遠方監視制御システムを受注した。システムは最新のITを適用したコンピュータ二重化によるCRTオペレーションに加えて，直接操作卓，情報配信サーバ，および遠方監視制御装置（親局）を制御側に設置して，運転員の負担を少なくしている。また，被制御側は遠方監視制御装置（子局）と現場信号入出力装置間の信号の授受を伝送で行い，既設改造に適応したコンパクトな構成となっている。

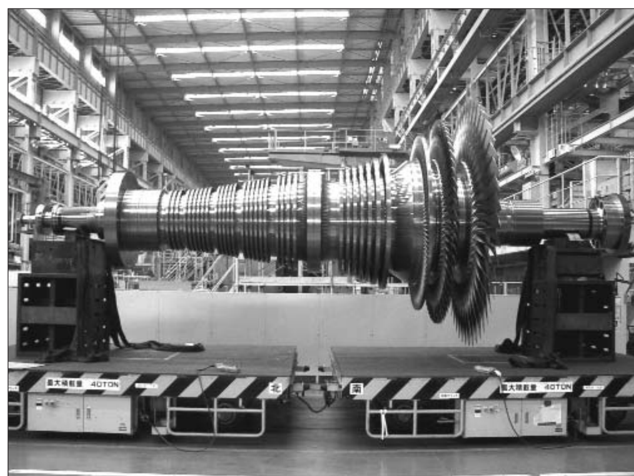
図4　CRT制御装置と直接操作卓



5　単汽筒最大容量タービン

アジア地区の電力市場においては，台湾や日本企業を中心とした積極的な海外展開に伴い，自家発電設備の新規建設が増加している。こうした中，これまで富士電機が数多くの発電設備を納入してきたFPCグループ（台湾）から，中国の寧波地区とベトナムでの新設工場向け自家発電設備用蒸気タービン3ユニット受注した。このユニットには，最新の三次元設計反動翼と31.4インチ新型長大低圧翼を採用しており，これまで富士電機が台湾市場にて築きあげてきた高い信頼性に，最新の高効率性能をプラスしたもので，単汽筒では世界最大容量となる出力162MWの記録品である。今回の受注をきっかけに，今後のアジア地区での新たな自家発電設備市場展開への布石とすべく，鋭意製作中である。

図5　製作中の最大容量機ロータ



6　火力発電設備の計測制御システム

火力発電設備の計測制御装置は，自動化範囲の拡大，制御機能の高度化，運転支援・保全支援を含めたCRT装置のインテリジェント化など，一層の安全性向上と運転員負荷軽減が進められている。富士電機は，これらのニーズに応え，コストパフォーマンスの高いシステムを提供してきた。石川島播磨重工業(株)経由にて(株)ユービーイーパワーセンターに納入したIPP宇部発電設備主幹制御装置は，起動準備以降から定格負荷までの起動および停止操作の自動化を備え，運転員の負担軽減を実現している。また，高効率エンジニアリングツールである「HEART」を採用し，仕様書（計装ロジック図，計装フローシートなど）から直接プログラムを自動生成する機能により，従来に比べて効率的に設計を行った。

図6　IPP宇部発電設備主幹制御装置

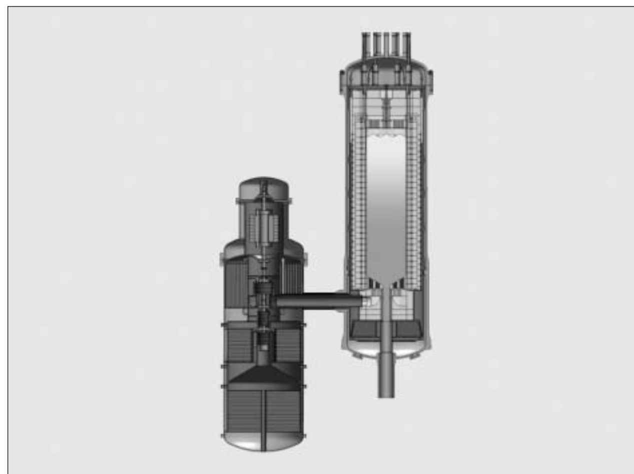


原子力

1　実用高温ガス炉技術

電力自由化と電力需要鈍化により，小型でより安全性の高い原子力発電需要が起きつつある。富士電機では 2010 年代の市場投入を目指して，①将来型大型軽水炉と同等の経済性，②分かりやすくより高い安全性を有する小型ガスタービン発電高温ガス炉を開発中である。本原子炉では高温ガス炉の固有の安全特性を積極的かつ最大限に活用しながら可能な限り出力増加を図って熱出力 22 万 kW とし，高効率ヘリウムガスタービンとの組合せで電気出力 10 万 kW を達成している。原子炉は万一の事故時にも自然にとまる，冷える，放射能を閉じ込めるという高い固有の安全特性を有し，発電系はガスタービンの高速回転で物量低減，経済性向上を図っている。また小型原子炉の基数を調整して電力需要に柔軟に対応し，投資リスクを低減できる。

図７　原子炉系・発電系の縦断面図



2　廃止措置技術

役割を終えた原子力発電所などが放射能の減衰のための一定の冷却期間をおいて解体される時代に入った。富士電機はこれまで，解体に必要な遠隔解体装置を重点に技術開発を推し進めてきた。特に，(財)原子力発電技術機構から受託し勝田工学試験所で５年間（解体装置など据付け期間を含む）にわたり実施してきた原子炉内構造物の解体撤去を実規模で確証する一連の総合解体試験が，当初の計画どおりの成果をあげ終了した。また，金属ドロスや黒鉛などの高 **βγ** 廃棄物を遠隔で取り扱いモルタル充てんする廃棄物処理技術なども含む広範囲なデータが得られ，数年後に迫った実機の解体工事に反映すべく成果の集大成を図っている。一方で大量に発生するクリアランス廃棄物を判定する測定関連技術も引き続き開発中であり，解体に必要な技術のラインアップが整いつつある。

図８　廃止措置技術



3　固化セルクレーン

富士電機は，日本原燃(株)六ヶ所再処理施設のホットセル内機器を石川島播磨重工業(株)から受注して開発を進めてきた。「固化セルクレーン」は，高レベル廃液ガラス固化施設の中枢部に設置され，高放射線雰囲気の機器を遠隔で分解・組立するクレーンである。このクレーンの特徴は，次のとおりである。①すべて耐放射線性機器で構成している。②つり上げ荷重 22.5 t の巻上装置２台を搭載し，フックを制御して遠隔での共つりを可能にしている。③故障時に保守エリアまで退避するための後備駆動系を備えている。④動作範囲拡大のため，給電装置を上部室に設け，８連の動滑車でクレーンの走行にケーブルを追随させる新方式を採用し，自主技術で開発した。本クレーンは，プラントの総合試験を経て実運転に移行する予定である。

図９　固化セルクレーンの工場組合せ試験



水　力

1　九州電力（株）槇之口発電所向け 1 × 10.3 MW 立軸フランシス水車発電機の営業運転開始

九州電力（株）槇之口発電所向け 1 台× 10.3 MW 立軸フランシス水車発電機の現地据付け試験が完了し，2003 年 11 月に営業運転を開始した。

本発電所は既設建屋を流用して，既設機器である 2 台× 5.88 MW 立軸フランシス水車および発電機を撤去して，1 台の水車発電機に更新した発電所である。

既設建屋を流用するため，機器配置スペースに制約があることから，次のような技術を採用し補機の縮小化，簡素化を図っている。

(1)　ガイドベーンサーボモータにハイブリッドサーボを採用することによる機器の縮小化

(2)　水車および発電機軸受の空気冷却化ならびに無給水ラビリンス封水方式採用による給水装置の省略化

図 10　立軸フランシス水車発電機



2　東北農政局安積疏水管理用発電所

東北農政局安積疏水（そすい）管理用発電所向け 1 台× 2.34 MW 横軸両掛フランシス水車，2.35 MVA 横軸三相同期発電機および付帯設備の現地据付け・試験が完了した。

本発電所は猪苗代湖から農業用水路に導水される 5.921 m^3/s の水量のうち最大 3.2 m^3/s を取水し，用水路の落差を利用して最大出力 2.23 MW の発電を行う。発電した電力は土地改良施設の管理用に供給されるとともに，余剰電力は電力会社に売電される。

また，用水路に設置されることから，下流への定流量の放流責務があるため，用水路の水量が 3.2 m^3/s 以上の場合には放流弁との並列運転を行うとともに，水車・発電機停止時には放流弁への振り替え放流を行う流量制御機能を有している。

図 11　水車・発電機設置状況



3　インド・ガトガール揚水発電所の現地据付け工事

インド・マハラシュトラ州かんがい局（GOMID）ガトガール揚水発電所向け 2 台× 139 MW（T）/149 MW（P）立軸フランシス形ポンプ水車，2 台× 147 MVA（G）/150 MW（M）立軸三相同期発電電動機および電気設備の現地据付け工事が開始された。

本発電所はインドのボンベイから東に約 130 km の地点に位置している。貯水量 520 万 m^3 の上池と 35 万 m^3 の下池を使用し，日曜日を除く 6 時間を発電，夜間の 7 時間を揚水のために運転を行う発電所として計画された完全地下式の発電所である。

現在工事は，水車機器据付け工事中で，2004 年以降に発電機および電気品の据付け工事を予定しており，2005 年の運転開始に向けて鋭意据付け指導を推進している。

図 12　吸出し管工事



サービス



予防保全サービス

サービスソリューション

展　望

日本経済は依然低迷状態が続いており，優良企業でさえ設備投資を抑えている状況の中，2003 年は生産に影響するような大きな事故が各地で発生した。改めて保守保全・維持管理の重要性が問われる年となった。

設備納入から維持管理，そして更新に至るまでを一気通貫で考えるライフサイクルサービスは富士電機の基本コンセプトであり，これを一層充実・発展させるために 2003 年 10 月 1 日，ライフサイクル技術センターを発足させた。従来の自社製品のアフターサービスにとどまることなく，お客様設備のライフサイクルにわたる企業価値の提供を目的として幅広い活動を展開している。

特にコールセンターを軸にした，顧客サービスの充実，各種保全情報システムの拡大，的確な予知保全を実現するためのコンサルティングや各種診断活動，余寿命診断システムの開発・提供を重点テーマと掲げ，鋭意実行した。

2003 年は，これらの活動の中で，今後の富士電機のライフサイクルサービスのコアとなるような，幾つかの成果が出てきた。例えば PM 優秀製品賞を受賞した Pro-Health-TA やコールセンタ構築サービス CRM24 のように，対外的にも高い評価を得たテーマが創出されてきており，具体的なビジネス展開においても着実な前進がみられたものと考える。以下に，この 1 年間の成果を紹介する。

(1)　予防保全サービス分野

BDM や機械的な TBM から脱却し，より効果的な CBM 体制を構築するための品ぞろえが急務であり，環境診断，プリント基板洗浄サービスをはじめとするメニューの拡充に努めた。

①「切削加工設備の診断システム ProHealth-TA」は，シミュレーション解析技術や PLC 応用，ホール素子電力変換技術を駆使して，刃具の余寿命判断と異常診断を可能にした。

②「バッテリー劣化診断サービス」はバッテリーをオンラインで診断できるが，さらに内部抵抗測定機能を加え，より短時間で測定診断ができる装置を開発した。

③「高圧回転機余寿命診断サービス」は，F レジン/F 絶縁の余寿命予測診断に加え，今回一般産業用高圧回転機の F レジン/S 絶縁の余寿命予測方法を確立した。

(2)　サービスソリューション分野

顧客設備全体を鳥瞰（ちょうかん）した形でのコンサルティングに始まり，これにリンクしたサービスモデルや，システム商品の提供を行ってきた。この中で，CRM24 や POJ など，富士電機として差別化された特徴を有するサービスメニューが育ってきている。顧客の資産（アセット）を最大限に生かすビジネスの重要性は高まっており，PAM，EAM に向けた取組みを加速している。

①「設備管理近代化コンサルティング」は，工場全体の安定運用と運用費低減を目的としたコンサルティングサービスで，有力企業十数箇所のプレ調査を行うとともに，食品工場向けに基本整備と設備改善を実施した。

②「コールセンター構築パッケージ CRM24」は，富士電機で稼動中のコールセンター運用のノウハウを生かしたメンテナンスサービス支援システムである。今回 Java 版を加えて Web 対応のシリーズを広げ，数多くの納入実績を得た。

③「作業管理システム POJ」は，現場作業の効率化と品質向上を図るサポートシステムであり，食品会社から上下水道施設まで幅広い分野に納入した。

④「プラント効率化運用支援システム」は，コージェネレーション設備やごみ発電プラントに適用しており，ボイラの運用支援などでメンテナンス費低減に貢献している。

⑤「MRM（マルチリモートメンテナンスサービス）」は，UPS のリモートメンテナンスをインターネットを使って実現するとともに，UPS 周辺装置や他社製 UPS へも対象を広げた。

⑥「受変電自動検測システム」は，受変電設備の保護連動試験や停復電連動試験を自動で行うシステムであり，従来の 1/4 以下の時間で点検試験ができる。短時間での停電試験が必要な鉄道向け配電所に納入した。

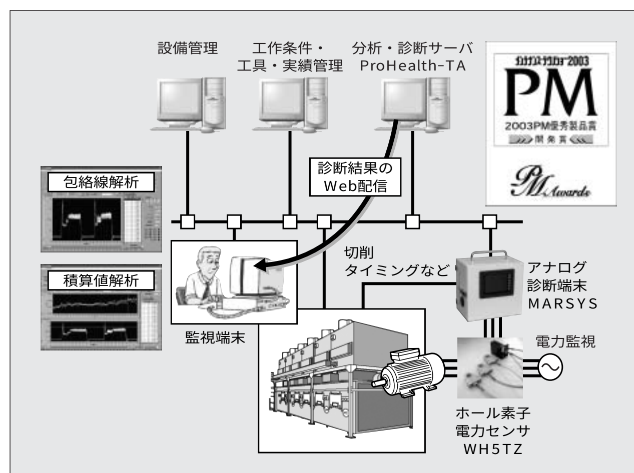
富士電機は，サービスソリューションをご提供すべく，商品メニューの拡充を行い，お客様にきめ細かな，ライフサイクルにわたる価値の提供を行っていく所存である。

予防保全サービス

1　切削加工設備の診断システム「ProHealth-TA」

生産設備における安定操業と運用費改善を支援するオンライン診断システムを提供しているが，そのシリーズとして切削加工設備における工具状態を診断するシステム ProHealth-TA を開発した。切削加工設備における工具は製品品質の主役であり，最も寿命の短い機械部品である。そのため，信頼性向上，刃具交換周期の延長化などを実現するうえで，切削時の刃先変化の診断は重要な位置づけとなる。ProHealth-TA は，切削負荷と連動する電力変動を監視して工具状態をリアルタイムに診断する。特徴として，ホール素子電力センサを使用して，今まで困難であったインバータ二次側電力の高精度測定を可能にしている。2003 年度は，その成果が認められ，（社）日本プラントメンテナンス協会の「2003PM 優秀製品賞（開発賞）」を受賞した。

図１　「ProHealth-TA」の構成



2　バッテリー劣化診断サービス

重要負荷を停電時にバックアップするバッテリーは，直列接続のため１個の不良が致命的になる。そこで，個々のバッテリーをオンラインで劣化診断できる BSC（Battery Super Checker）を適用してきたが，さらに機能充実させた新型を開発した。この新型 BSC を適用して，納入時から寿命期までのバッテリー特性を測定・診断するサービスを提供している。

バッテリー劣化診断サービスの特徴は次のとおりである。

(1)　電気設備運転中に測定・診断が可能である。
(2)　IGBT 制御で短時間，定電流放電で診断する。
(3)　内部抵抗測定を併用した診断も提供できる（新機能）。
(4)　放電特性データをパソコン処理し，劣化状況に応じた対策・措置提案やデータを即日お客様に提供できる。

図２　BSC5000i とバッテリー



3　高圧回転機余寿命診断サービス

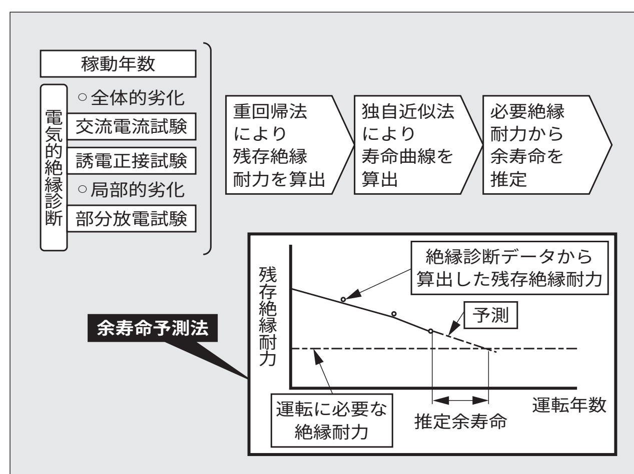
1999 年にタービンおよび水車発電機固定子巻線の F レジン/F 絶縁（エポキシ単体含浸絶縁）の余寿命予測方法を確立した。今回，新たに一般産業用回転機固定子巻線の F レジン/S 絶縁（エポキシレジンリッチ絶縁）の余寿命予測方法を確立し，余寿命診断サービスを開始した。

本サービスの特徴は次のとおりである。

(1)　実機の絶縁破壊試験データおよび電気的絶縁診断データから高精度に残存絶縁耐力を予測
(2)　残存絶縁耐力の経時変化から独自のアルゴリズムにより固定子巻線の余寿命を推定
(3)　国内 3 か所の絶縁診断車により迅速なサービスが可能

本サービスにより適正な巻替え・更新時期を推定でき，保全経費の計画的な運用を図ることができる。

図３　絶縁診断による余寿命予測法



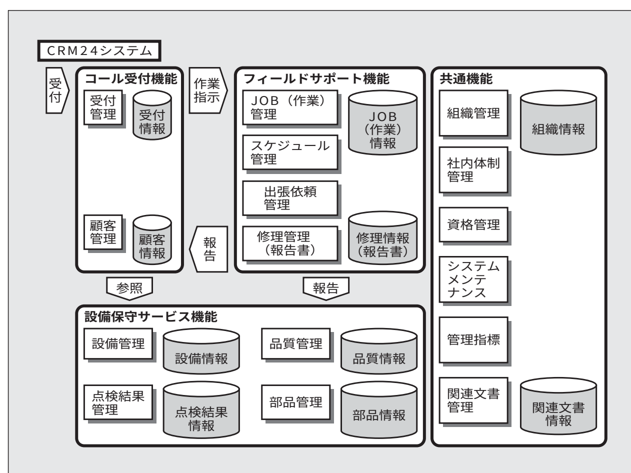
サービスソリューション

1　コールセンター構築パッケージ「CRM24」

富士電機コールセンターに導入した支援システム CRM24 のノウハウを生かし，緊急対応用コールセンターや保守サービス向けに商品化したものである。従来の Windows ベースに加えて UNIX ベースの Java 化を行って小規模から大規模まで対応できるシリーズ化を図った。2003 年には，14 の顧客に納入している。主な特徴は次のとおりである。

(1)　低価格・短納期でコールセンターの構築ができる。
(2)　Web 機能により，現場のサービスマンや営業マンが顧客情報，受付情報，障害情報などを収集できる。
(3)　保守部品管理やサービスマンのスケジュール管理を行うことができる。
(4)　蓄積した情報を基にナレッジベースの構築ができる。
(5)　遠隔監視システムと融合したシステムが構築できる。

図４　コールセンター構築パッケージ「CRM24」の機能構成

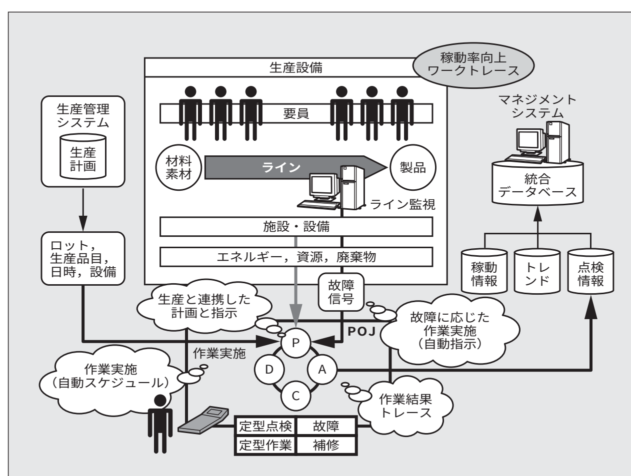


2　作業管理システム「POJ」

POJ（Point Of Job）は Web サーバとハンディターミナルを活用して，現場作業の情報化を強力に推進する。現場ノウハウや手順を登録する「作業標準・プラン管理」から，日常作業の「計画・指示」と結果の「報告・承認・分析」機能，さらに作業対象の台帳管理まで網羅する総合的な作業管理システムである。

2003 年度までに，自動車部品工場向け保全管理，食品飲料工場向け保全管理，同生産計画対応の作業管理，さらに上水道や下水道向け大規模保全管理などを幅広い業界に納入する。機能面では，作業プランの属性（周期，しきい値，外部トリガ連携）管理と作業対象の台帳強化のほか，ドキュメント管理を新たに追加した。「計画・指示」の自動化と設備管理業務支援の強化により，幅広い現場の情報化ニーズに対応できる。

図５　工場生産設備管理における「POJ」適用例

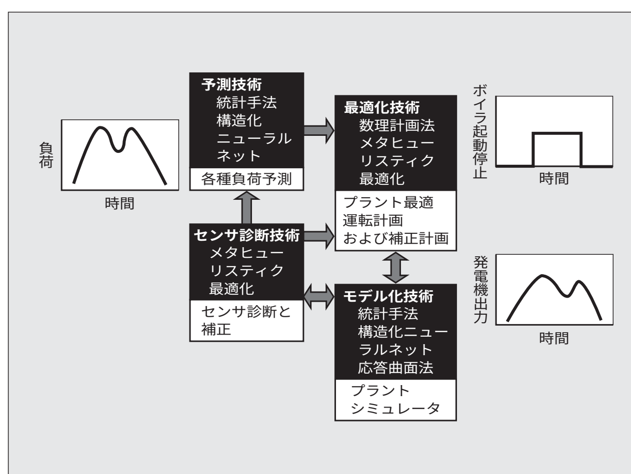


3　プラント効率化運用支援システム

電気・熱・空気を供給するユーティリティ設備における発電・熱源などの動力設備を中心に，エネルギーコストとメンテナンスコストを削減し，総合的な最適運用の実現を目的とした「効率化運用支援システム」を開発した。

独自開発の構造化ニューラルネットワークを利用した予測技術や，最先端のメタヒューリスティック最適化技法である PSO 法を用いている。オフライン（運転支援）系では，プラント最適運用のシミュレーションを主体にごみ発電プラントへ適用し，ボイラのオーバホール周期延伸によるメンテナンスコスト低減に成果を出している。オンライン系では，コージェネレーション設備に複数適用し，エネルギーコストの数%削減が得られている。現在，小規模から大規模までのシリーズ化とパッケージ化を進めている。

図６　プラント効率化運用支援システムを実現する技術



サービスソリューション

4　設備管理近代化コンサルティング

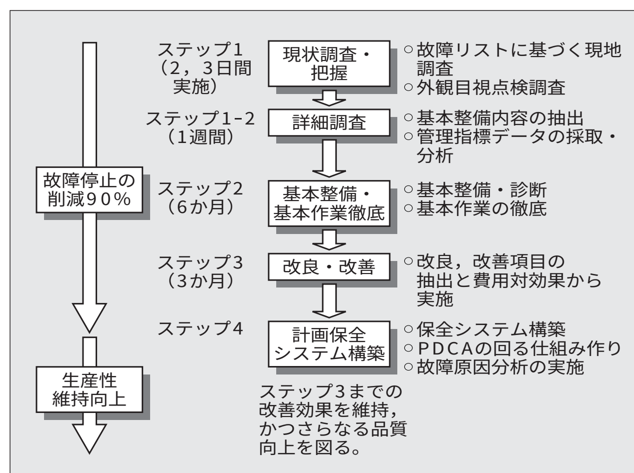
お客様の工場設備や施設の超安定運用と運用費の低減を目指した「施設管理近代化コンサルティング」をサービスソリューションメニューの一つとして展開しており，メンテナンス改善，省エネルギー，水処理ソリューションの三つのテーマに取り組んできた。

(1)　メンテナンス改善の実施例：食品工場の製造ラインにおいて，ちょこ停の撲滅や生産ロス改善のために基本整備と設備改善を実施した。

(2)　省エネルギーの実施例：半導体工場を主体にクリーンルームの省エネルギー化，省エネルギー監視・制御システムの導入，コージェネレーション ESCO の導入など。

(3)　水処理ソリューションの実施例：冷却水管理による薬剤使用量の削減，廃水の回収処理による水使用量の削減など。

図７　設備管理近代化の導入ステップ例

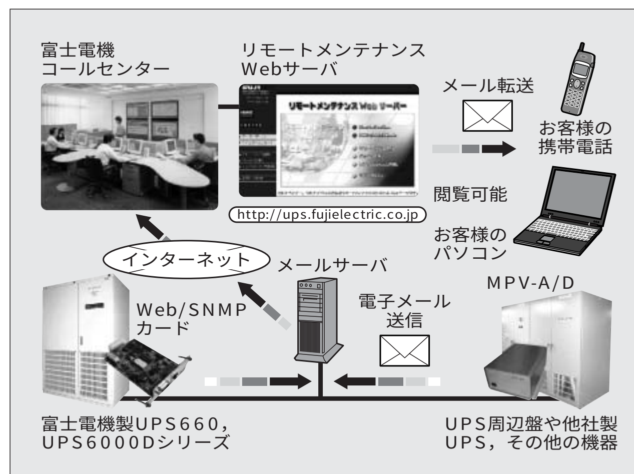


5　MRM（マルチリモートメンテナンスサービス）

富士電機の中・大容量 UPS「UPS660，UPS6000D シリーズ」に標準搭載されている Web/SNMP カード（ネットワーク監視用インタフェース）や，MPV-A/D（UPS 周辺盤や他社製 UPS 用インタフェース）の故障発生時などの電子メール送信機能を活用し，お客様のネットワークを利用して富士電機コールセンターへ故障や状態データを送信する。この電子メールにより通信費の低コスト化が図れた。

また，UPS の状態データを定期的にセンターに送信し，センター側にてデータを一括管理することで，お客様の設備管理負担を軽減し，さらにお客様が任意に標準ブラウザにてインターネット上からセンターのアドレスにアクセスすることにより，過去の状態データやトレンドデータ，部品交換周期などの閲覧を可能とした。

図８　MRM の構成



6　受変電設備向け自動検測システム

自動検査測定（検測）システムは，高圧受配電用ディジタル形多機能リレーを用いた受配電盤の保護や制御回路の点検を自動で行うシステムである。停電時間が限られている受変電設備を，従来の約 1/4 以下の時間で試験することができる。主要構成機器であるマルチパワーソース・大電流アンプから保護継電器へ高精度な試験電気量を与え，次の試験を簡単な操作で実施できる。

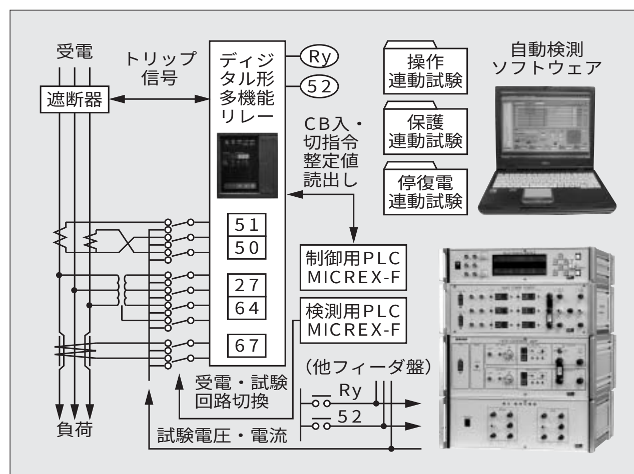
(1)　操作連動試験：遮断器の「開」「閉」動作時間測定

(2)　保護連動試験：保護要素の特性・遮断器「開」の時間測定

(3)　停復電連動試験：停電を模擬して遮断器の遮断・自動投入順序の確認と時間測定

切換操作や系統確認も含めて自動化することで，安全かつ均一な検査が可能である。

図９　自動検測システム構成



最強のシステムコンポーネンツ専業を目指して



堀　　重明（ほり　しげあき）
富士電機機器制御株式会社
取締役社長

2004年の新春を迎え，謹んで新年のお慶びを申し上げます。

富士電機機器制御株式会社は2003年10月1日の純粋持株会社制への移行により新しい体制で出発しました。

当社は「パワーエレクトロニクス，配電・制御，駆動系の事業分野で使用されるコンポーネントとその組合せによる中小システムを世界最高の品質，性能，サービスで提供することにより，顧客満足度の向上と顧客側の価値増大に貢献する」ことを目指しています。そこで当社のミッションを「FA Component & System Technology For The Best」とし，それを受けて，四つの経営ビジョンを掲げています。

一つ目は「業界最強の専業」になることで，お客様に最大の満足と価値を提供すること，二つ目は常に危機意識を持って変革と行動を通じて企業価値を高めること，三つ目は地球環境保護を積極的に推進し，地域社会に貢献すること，四つ目は多様な一人一人が信念を持ち，お互いにいきいきと働くことのできる職場を作り出していくことです。

これらを具体的に実現するために，次の六つのことを実践していきます。

(1)　研究開発を強力に推し進めることにより，国内外の市場で勝ち残っていける新製品を投入します。

(2)　グローバル化の加速，特に中国，アジアを中心に注力し，販路を拡大していきます。さらに，そこで勝ち抜くコスト競争力をつけるため，事業拠点の国外比重を一段と高めます。

(3)　主要製品である低圧器具，インバータの国内シェア30％，グローバルシェア10％を目指します。

(4)　JV，M & A を含めたアライアンスによる事業効率の向上を図ります。

(5)　品質の抜本的な改善をさらに進めます。

(6)　総資産の圧縮，とりわけ棚卸資産の圧縮を図ります。

これら六つの具体策を実行していくには，なによりも社員一人一人の意識改革が必要不可欠で，業界最強の専業メーカーとして生き抜くためにも，全社員一丸となって取り組んでまいります。

特に，2003年の研究開発に関しては「重点機種」への投資に絞り込み，製品のネットワーク化，システム化への対応，ならびにグローバル対応化を推進しました。

器具分野では，電磁開閉器，配線用遮断器，MMS，コマンドスイッチなどの主要機器について「中国強制製品認証制度」によるCCC認証を取得し，中国への輸出，販売が軌道に乗りました。また，ミニUPSのグローバル対応を完了し，12月にはヨーロッパ向け230Vシリーズを発売しました。

システム機器分野ではファン，ポンプ用途に機能を特化したインバータ「FRENIC-Ecoシリーズ」やリアクトル結合による大容量インバータの開発，サーボシステムでは，「FALDIC-α」の20ビットエンコーダ対応，さらに，中国市場向けに「FALDIC-W」を開発し，市場に投入しました。統合コントローラ「MICREX-SX」の通信モジュールの拡充や，小型ブロックタイプ「SPB」のIEC準拠プログラミング言語対応を完了するなど，グローバル化を強力に推し進めました。また，これらコンポーネントを組み合わせた中小システムの標準化にも積極的に取り組み，お客様にさらなるソリューションを提供できるよう努めてまいりたいと思っています。皆様の一層のご指導・ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

システムコンポーネント



プログラマブルコントローラ

電源装置

器　具

回転機・可変速機器

展　望

2003年は，イラク情勢，SARS問題とこれに続く米国経済の低迷，冷夏が景気回復に水を差したが，需要の回復が見られる製造設備・機械メーカーへの新規案件や中国など東アジア向け輸出が伸長した。このような市場環境の中で，戦略的に取り組んできたグローバル商品開発とネットワーク化・システム化開発の成果が実を結びつつある。

器具分野では，アジア向けに主力製品のグローバル化を推進した。中国市場では強制認証制度CCCに対応しないと販売できなくなり，電磁開閉器，配線用遮断器，MMS，コマンドスイッチなど主要機器のCCC認証品をシリーズ化した。αツインブレーカは，汎用形100 AF～225 AFで国内向け，海外市場向けにカバー色を分けてラインアップを一新した。米国輸出の多い工作機械，半導体製造装置などの主電源遮断器用に，北米規格対応の外部操作ハンドルをシリーズ化し，機械安全適合に必要となる安全機器として，UL/cUL/EN安全規格認定を取得したプッシュロック形非常停止押しボタンスイッチを拡充した。定格7.2 kVの新型マルチVCBシリーズは，小型化，多機能化により受配電設備の簡素化が可能な，高圧真空遮断器として商品化した。器具のネットワーク化としては，AS-iを使用したピッキングシステム向けの照光押しボタン付き7セグメント表示器を開発した。また，ガス関連機器ではLPガス用新型ガス漏れ警報器を開発した。

制御・駆動システム分野では，PLCとサーボ/インバータを組み合わせた応用システムのモデル化を進め，ソフトウェア機能ブロックの組合せによって効率的にシステムを構築できるようにした。中容量サーボFALDIC-αシリーズは20ビットシリアルエンコーダを備え，印刷機械，成形機械などの高精度位置決め・同期・軌跡制御を，汎用PLC MICREX-SXとの組合せで柔軟に実現できる。また，これを利用してソフトウェア方式のセクショナルドライブシステムを開発し，柔軟な機能追加と軸数の拡張性を実現した。PLCでは，ブロック型SPBシリーズへのIEC準拠モード追加によるグローバルなソフトウェア設計手法の提供，MICREX-SXではPROFIBUS，AS-i V2.1などの通信機能の拡充，プログラマブル表示器PODでは10型TFTカラー128色タイプ，10型/12型マトリクスタッチパネルタイプの系列追加を行った。また，LONWORKSネットワークを核としてMICREX-SX/POD/PC要素を組み合わせる，ビル・施設管理向け監視システムPF-Eyeを開発した。

可変速機器分野では，工作機械や半導体製造装置など回復が見られる機械メーカー需要とアジア向け輸出に積極的な商品投入を行った。出荷数量の多いファン・ポンプ用途に低価格の追求とグローバル対応を図ったFRENIC-Ecoシリーズを商品化し，サーボでは17ビットエンコーダ，IP67耐環境仕様を特長とする中国向けFALDIC-Wシリーズを開発した。汎用インバータの拡張システムとして，昇降機，立体駐車場などの高頻度加減速運転用の電源回生コンバータRHR-Cシリーズ，リアクトル結合による400 kW超・大容量電動機駆動用の複数インバータシステムおよび伸線機，巻取機，より線機用途にダンサロール，ドロー制御などの高精度張力制御機能の開発を行った。加熱用インバータではコイル一体形鉄板とした業務用鉄板焼き器へ適用拡大を図った。回転機では，ガスヒートポンプ式エアコンの室外ファン用ブラシレスモータ，エンジン冷却用ブラシレスポンプと専用コントローラをシステム商品として開発した。また，小型・低価格・高信頼のコンテナクレーン専用ベクトルインバータモータを開発した。

電源装置分野は，IT投資の抑制により主力のサーバ用ミニUPSの売上げが横ばいとなったが，新商品として出力性能と高効率を両立させるグローバル対応ミニUPSシリーズを開発した。700/1,400/3,000 VAの自立タイプ・ラックタイプをそろえた。1,400 VAまでは高さ1Uのラック取付けを実現した。また，インターネットデータセンタなどへの容量可変・高信頼化用に，7～21 kVAを連続カバーする並列冗長ミニUPSを製品化した。

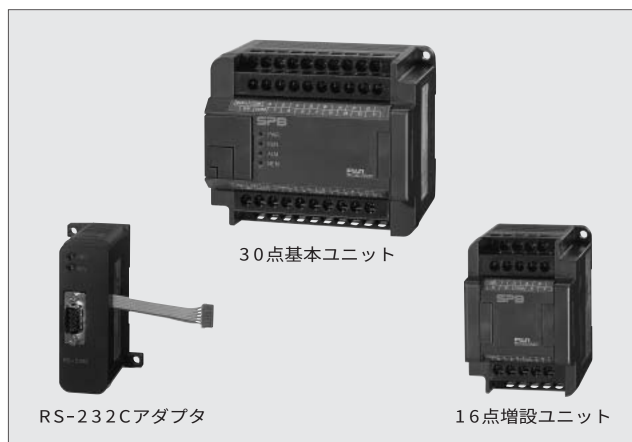
富士電機機器制御(株)は，最高の商品，ソリューション，サービスの提供を，最高の技術を通して実現することを使命とする。今後も顧客各位との密接な交流によるニーズの理解を通してグローバル化・システム化への技術開発を推進し，最高水準の品質，サービスレベルを実現するFAコンポーネントおよびシステムの提供に努めていく。

プログラマブルコントローラ

1　小型プログラマブルコントローラ「SPB シリーズ」の IEC 準拠プログラミング言語対応

SPB シリーズは小型機械や制御盤などの小規模制御に適した小型ブロックタイプのプログラマブルコントローラ（PLC）である。従来の「FLEX-PC NB シリーズ」と上位互換がある「N モード」に加え，IEC61131-3 に準拠した「SX モード」を製品化した。両者は同一ハードウェアにてユーザーが用途に合わせシステムソフトウェアを入れ換えることにより，相互にモードの切換が可能となっている。SX モードでは IEC 準拠のプログラミングツール「D 300win」により支援を行うことで，既存の「MICREX-SX」同様の国際的レベルで標準化されたプログラムの実現，プログラミング効率の向上，プログラムの構造化・保守性向上が可能となる。また，増設ユニットや通信アダプタの接続によりシステムの拡張も容易に実現できる。

図１　30 点基本ユニット，16 点増設ユニット，RS-232C アダプタ



2　統合コントローラ「MICREX-SX」における通信モジュールの拡充

多種多様化するネットワーク市場に対応するべく新規に 3 形式を製品化した。各製品の主な特徴は次のとおりである。

(1)　PROFIBUS-DP スレーブモジュール

PROFIBUS-DP 通信製品の充実により，さらに柔軟で多彩な SX システムの構築が可能となった。

(2)　Ethernet AUI 対応モジュール

10BASE-T，100BASE-TX に加え，10BASE5（AUI）仕様をサポートした。

(3)　AS-i マスタ V2.1 対応モジュール

AS-i 通信仕様のバージョンアップ対応により，接続スレーブ台数の増大やアナログスレーブの自動接続など，用途の拡大と使い勝手を向上させた。

図２　新規通信モジュール 3 形式



3　プログラマブル操作表示器「UG30 シリーズ」の機種拡充

生産現場でのよりリアルな情報の表示，リアルタイムな情報処理および情報の共有化のニーズに対応したプログラマブル操作表示器（POD）UG30 シリーズに，TFT 液晶 128 色タイプおよびマトリクスタッチパネルタイプを加え機種拡充した。主な特長は次のとおりである。

(1)　TFT 液晶 128 色タイプ

10 型 TFT カラー液晶（640 × 480 ドット）を採用し，32,768 色フルカラーを必要としない用途および STN カラー液晶の見栄えに満足していない用途に適正な価格で適用が可能

(2)　マトリクスタッチパネルタイプ

10 型（640 × 480 ドット）および 12 型（800 × 600 ドット）の UG30 にマトリクスタッチパネルタイプをラインアップ。タッチパネル上での 2 点同時押しが可能

図３　POD10 型 TFT 液晶 128 色タイプ



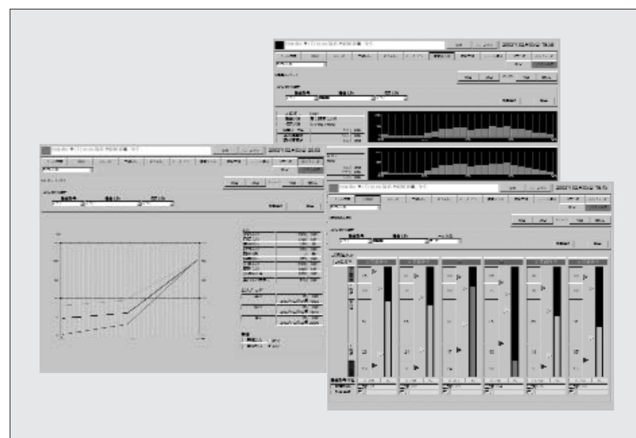
プログラマブルコントローラ

4　LONWORKS 対応施設監視システム「PF-Eye」

ビル・施設管理システムにおいては，制御機器のオープン化・標準化が進行している。PF-Eye は LONWORKS 対応した，規模や監視形態に応じた最適なシステム構築を実現する施設監視システムである。

PF-Eye には，規模に応じて 3 種のシステム形態が用意されている。統合コントローラ「MICREX-SX」とプログラマブル操作表示器（POD）により，①小規模システムを構築する PF-Eye FCC（Flexible Cell Control）システム，②中規模システムあるいは大規模システムのサブシステム構築に向いている PF-Eye パソコン監視システム，③これらの中間に位置し，FCC システムに Web サーバ機能を付与した，監視を汎用ブラウザにて実施する PF-Eye Web 監視システムがある。

図4　PF-Eye パソコン監視システムの監視画面例



電源装置

1　並列冗長ミニ UPS

複数の UPS を並列冗長動作させることで，UPS システムの信頼性を向上させた並列冗長 UPS を開発・製品化した。同製品の導入により，負荷の増加に応じて容量の増加も可能になる。主な特長は次のとおりである。

(1)　容量は，UPS ユニット（3.5 kVA）を並列に接続して 7 ～ 21 kVA の幅広い容量系列を構成
(2)　入力は 200 VA（単相 2 線），出力は 100 V/200 V（単相 3 線）で入力と出力とは完全絶縁
(3)　ASL（Advanced Static Line-interactive）給電方式の採用で入出力絶縁ながら 92 %の高効率を実現
(4)　拡張性に優れた 19 インチラック対応構造
(5)　Web コンセント機能を標準搭載
(6)　フロントアクセスによる無停電保守を実現

図5　並列冗長ミニ UPS（10.5 kVA）

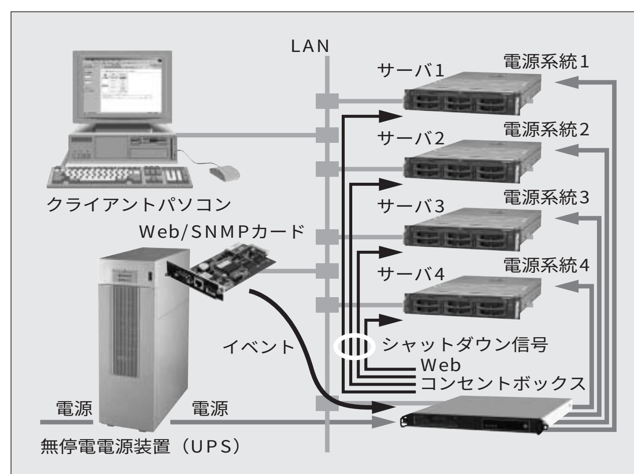


2　Web コンセントボックス

省スペースの厚さ 1U（約 44 mm）と薄型ながら，Web/SNMP カードを内蔵し，ネットワーク経由で 4 系統，8 口のコンセントを制御可能なコンセントボックスを製品化した。主な特長は次のとおりである。

(1)　遅延コンセント機能
○各負荷機器への電源を，適切なタイミングでオンオフ
(2)　ネットワーク経由で制御可能な多彩な機能を搭載
○遠隔からネットワーク経由でコンセントのオンオフ
○Web コンセントボックスごとにスケジュールを設定可能
○遠隔にある UPS のイベントを取得
(3)　イベントに対する多彩な機能
○イベントに対し接続される①サーバをシャットダウン，②サーバへの警告表示，③サーバへの電源供給停止

図6　Web コンセントボックスを使用したシステム構成例



器　具

1　中国強制製品認証制度「CCC 認証品シリーズ」

中国は WTO への加盟に伴い従来の認証制度を改め，「中国強制製品認証制度（CCC：China Compulsory Certification)」を発足させ，この制度のもと第一次強制製品認証実施の製品目録を公示，19 種 132 品目を指定した。同時に 2003 年 8 月 1 日以降は，強制製品認証書を取得していない製品の中国への輸出・販売ができなくなった。

この認証制度では GB 規格に適合した製品と強制認証施行規則による工場審査に合格することが求めらる。富士電機はこれに対応して，電磁開閉器，MMS，配線用遮断器，コマンドスイッチなど主要機種の認証を取得し，CCC マークを付与した製品の販売を開始した。また，CCC 認証品には，中国製品品質法に基づく製品品質検査合格証明の添付，中国語で明記した製品名称，生産工場名表記などを行った。

図7　CCC 認証マークと CCC 認証品シリーズ

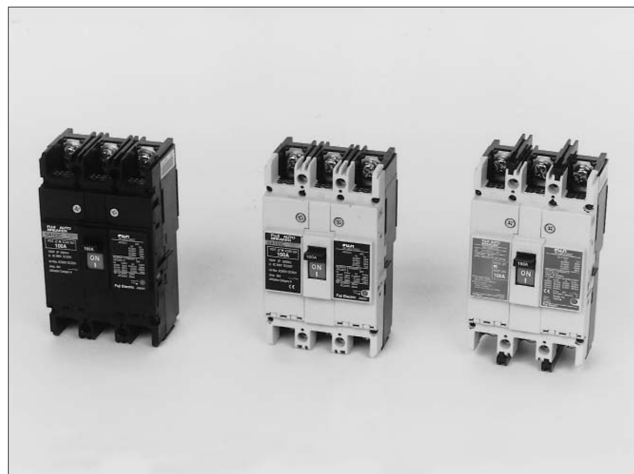


2　αツインブレーカの機種拡大

汎用型 100AF ～ 225AF の配線用遮断器・漏電遮断器の内装付属品のカセット化を実現した新型ブレーカを開発した。国内外の規格の要求に適合し，型式の構成を三分化するとともに，カバーの外観色を黒とグレーの 2 種類準備し，日本市場ニーズと国際化ニーズに対応してラインアップを一新した。主な特徴は次のとおりである。

(1)　奥行寸法 60 mm で内装付属品のカセット化を実現
(2)　強化絶縁・断路機能など最新規格の安全性に適合
(3)　フレームサイズ： 100AF，225AF の 2 フレーム
(4)　JIS 対応品（黒色カバー），CE マーキング対応品（グレーカバー），UL489 ＋ CE マーキング品（グレーカバー）の 3 タイプを製作（CE マーキング対応品の一部タイプは TÜV による規格認証を取得）

図8　シリーズのラインアップ（配線用遮断器）



3　フランジ形ケーブル式外部操作ハンドル

低圧電気設備である半導体製造装置，工作機械装置，自動車製造装置など国内での使用および北米市場に輸出される各種装置の主電源ブレーカ用として北米規格に対応した外部操作ハンドルを 100AF，225AF，400AF まで開発しシリーズ化した。主な特徴は次のとおりである。

(1)　操作器部とブレーカの駆動部をフレキシブルケーブルで連結することにより，盤面でのブレーカ取付け位置の自由度が飛躍的に拡大した。
(2)　主要規格（UL，cUL，JIS）への対応を図った。
(3)　北米市場に合致した施錠〔シザーズロック，南京（なんきん）錠φ 3 × 3 個取付け〕方法に対応している。
(4)　保護等級 IP54（IEC，JIS），NEMA：タイプ 12 に対応している。

図9　フランジ形外部操作ハンドル（ケーブル式）



器　具

4　非常停止押しボタンスイッチの拡充

機械類の安全性の考え方は規格（ISO，JIS など）整備や厚生労働省の指針などにより浸透し，安全機器の普及が進んでいる。そのニーズに応えるため，プッシュロック形の非常停止押しボタンスイッチの機種を拡充した。主な特徴は次のとおりである。

(1)　操作部と接点部を一体にした構成にして，現場での両者の連結を不要とし安全機能の保全性を高めた。

(2)　照光タイプと非照光タイプがあり，前者はプッシュロックするとランプが点灯する接点を内蔵し，非常停止状態の識別が容易である。

(3)　非常停止用として不可欠な強制開離接点機構やプッシュロックと同時に NC 接点を開状態として，確実な非常停止させるトリガーアクション機構を内蔵している。

(4)　UL/cUL・TÜV の認定・認証を取得済みである。

図10　非常停止押しボタンスイッチ（AR22VG）



KK03-036

5　ピッキングシステム用の 7 セグメント付 AS-i スレーブ

センサ・アクチュエータレベルのオープンネットワークである AS-i（Actuator-Sensor-interface）を使用したピッキングシステムに最適な照光押しボタン付 7 セグメント表示器を開発した。通信用 IC からの 4 ビット出力を順次マイコンに入力し，マイコンでこれを処理して 7 セグメント表示器（2 けた）および照光押しボタンの照光を制御するようにしている。取付けは，ねじ取付けと φ 30 円柱棒取付け可能な束線バンド取付けのどちらにも対応できるようにした。配線は AS-i ケーブルに圧接接続するだけで接続が可能であるため，取付けが容易で配置換えも簡単に対応できる。また，押しボタン入力と並列接続可能なコネクタも装備している。

図11　7 セグメント表示器



6　DeviceNet/AS-i ゲートウェイ V2.1 対応品

省配線ネットワークの AS-i と，上位の通信ネットワークの DeviceNet を相互接続する DeviceNet/AS-i ゲートウェイの AS-i 通信仕様を V2.0 から V2.1 にバージョンアップした。

本品の特長は従来製品との互換性を保ちながらアナログスレーブ〔電流（4 ～ 20 mA），電圧（0 ～ 10 V），Pt100〕の自動接続およびスレーブ数の倍増（62 個，旧は 31 個）〈入力点数：最大 248 点，出力点数：最大 186 点〉などの機能を拡張しており応用の範囲が広がる。

バージョンアップ品では FA 分野にとどまらず空調システムのような温度検出や圧力検出の用途に適用できるのでプロセスオートメーション分野とビルオートメーション分野への使用も可能となる。

図12　DeviceNet/AS-i ゲートウェイ



器　具

7　1 回路用電力監視ユニット

➡関連論文：富士時報 2003.8 p.502-505

分電盤や機械装置などの電気エネルギー計測に適したコンパクト形状で，しかもデマンドメータ，高調波メータなどの計測機能も充実した 1 回路用電力監視ユニットを開発した。主な特徴は次のとおりである。

(1)　1 サイクルに 64 回，毎サイクル連続した計測により，溶接機などの間欠電流やインバータ回路など高調波成分が多く含まれる場合でも高い計測精度を維持できる。また，無効電力，力率は「皮相電力計法」と「無効電力計法」を選択設定して使用可能である。

(2)　RS-485 通信インタフェース，Wh パルス出力を標準装備しており，電力監視システムの構築や拡張が容易である。

(3)　電流，漏れ電流警報リレー出力機能を搭載しており，設備の保守管理が容易である。

図 13　1 回路用電力監視ユニット



8　ブレーカタイプ電子式電力量計「JF シリーズ」

分電盤の小型化を目的とした電力量計への小型化のニーズがあり，また省エネルギーの推進，電力監視の要求から末端の分電盤で電力情報の計測ニーズが増加してきた。このような市場動向を踏まえ，分電盤の省スペース，配線・組立工数の削減に貢献するブレーカタイプの電子式電力量計 JF シリーズを製品化した。特徴は次のとおりである。

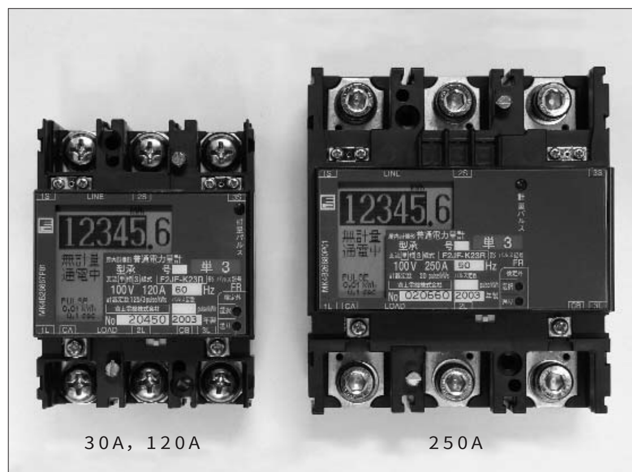
(1)　富士オートブレーカ「α-TWIN シリーズ」と端子寸法を統一

(2)　定格電流は 30A，120A に加え，250A 品をシリーズ化

(3)　ドットマトリックス液晶の採用により，見やすい表示に加え，取付け方向に応じた表示方向変更をスイッチ切換のワンタッチで実現

(4)　オプション通信機能により，電力量に加え，電圧・電流実効値，電力，力率の計測データの収集も可能

図 14　ブレーカタイプ電子式電力量計



9　LP ガス用新型ガス漏れ警報器

ガス漏れ警報器はガス漏れ事故に起因する爆発火災事故を未然に防止する保安機器として広く普及している。LP ガス用ガス漏れ警報器は低コスト，小型・軽量，取付け利便性の向上などが求められており，今回，市場要求を満足すべくデザインを一新した LP ガス用新型ガス漏れ警報器（KP-01H）を開発した。

主な仕様は次のとおりである。

(1)　警報濃度：爆発下限界濃度の 1/100 以上 1/4 以下

(2)　警報方式：ブザー警報（70 dB/m 以上）

(3)　外形・質量： 68 × 77 × 29.6（mm）（業界最小サイズ），約 200 g

(4)　取付け方向：縦横 2 方向

(5)　取付け互換性：他社 5 社の取付金具へ取付け可能

図 15　LP ガス用新型ガス漏れ警報器（KP-01H）



回転機・可変速機器

1　電源回生コンバータ「RHR-C シリーズ」

➲関連論文：富士時報 2003.8 p.457-460

汎用インバータ G11S/P11S，VG7S などと組み合わせて使用し，制動エネルギーを電源側に回生する機能を備えた電源回生コンバータを開発した。主な特徴は次のとおりである。

(1)　インバータと同容量の 7.5 〜 55 kW，200/400 V，18 機種を系列化
(2)　昇降機，立体駐車場などの高頻度な加減速運転や連続的な回生機能が必要なアプリケーションに最適
(3)　回生機能付き工作機械専用インバータの置換えに最適
(4)　PWM コンバータに比べ入力フィルタ回路が不要
(5)　富士電機のリンク（T リンク，SX バス），CC リンク，RS-485 通信機能により，幅広いシステムに柔軟に対応
(6)　インバータと共通タッチパネルを採用し操作性を向上

図 16　電源回生コンバータ RHR-C シリーズ



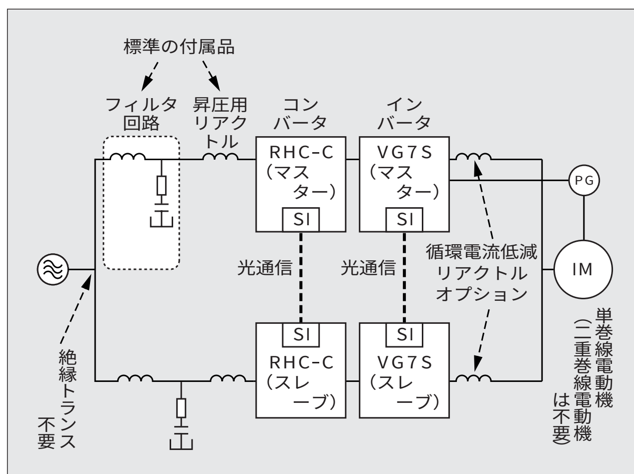
2　大容量インバータ（リアクトル結合）

400 kW を超える電動機を駆動する場合，電動機を多重巻線とし，巻線ごとにインバータを設けるシステムを提供してきた。このたび，大容量単巻線電動機を駆動するために，リアクトルを用いて複数インバータを結合するシステムと，PWM コンバータも同様にトランスレスで並列結合するシステムを開発した。

主な特徴は次のとおりである。

(1)　VG7S と RHC-C 標準品を用いた並列システム
(2)　光オプション（OPC-VG7-SI）を用いて，各電流位相，PWM スイッチングのタイミングを同期化
(3)　ディジタルソフトウェア処理による調整の容易化
(4)　高速 ACR により循環電流を抑え，リアクトルを小型化

図 17　大容量並列システムの構成

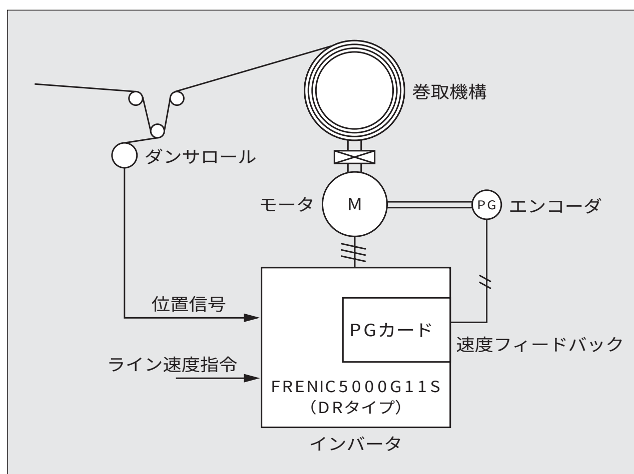


3　伸線機・巻取機・より線機用インバータ「FRENIC5000G11S」（DR タイプ）

伸線機，巻取機，より線機などへのインバータ適用は古くから実施されているが，張力制御を実現するためには各種信号変換器との組合せが必要であり，システム構成が複雑であるという欠点を有していた。本シリーズでは，これら信号変換器の機能をインバータに内蔵することにより，システム構成を簡略化するとともに，PG フィードバックカード（内蔵オプション）との組合せで，より高精度な張力制御を可能としている。主な機能は次のとおりである。

(1)　ダンサロールの位置信号をインバータに直接接続し，PID 制御にてロール位置を一定とすることで，伸線機・巻取機の張力制御を行う機能を内蔵
(2)　後段の軸速度にドロー（比率）を設定することで，より線機の張力制御を行う機能を内蔵

図 18　巻取機への応用例



回転機・可変速機器

4　鉄板焼き器用加熱インバータ

➲関連論文：富士時報 2003.8 p.465-467

世の中の動きとして，加熱インバータは熱効率が高く，加熱スピードが速い，さらに安全でクリーンな熱源であることから，近年，電磁誘導加熱（IH）調理器などの各種業務用調理機器への応用が活発化している。特に，ギョーザ焼きやお好み焼きなど業務用鉄板焼き器の分野では，従来のガス加熱が抱える加熱スピードや安全性の課題を一気に解決する方法として見直されてきている。

このような動向に対して富士電機では，業務用鉄板焼き器の IH 化のために，2003 年に開発を完了した新型業務用 2.5 kW 加熱インバータ（HFR2.5K11A-7）を適用し，コイル一体形鉄板を製品化することでこの分野への拡販を目指している。

図 19　テーブル組込式 IH 鉄板焼き器



5　高性能 AC サーボシステム「FALDIC-W シリーズ」

高性能サーボシステム FALDIC-**α・β**シリーズに続いて，FALDIC-W シリーズを開発した。W シリーズは高機能・小型アンプとモータ機種拡充を行ったシリーズとして，次の特徴を持つ。① RS-485 インタフェースを 2 ポート持ち，上位からのパラメータ一括管理が可能，② 400 W アンプで W45 mm × H160 mm と小型化を実現，③ **α・β**シリーズで実績のある制振制御機能を搭載し，機械先端の振動を抑制しながら高タクト駆動が可能，④最適なチューニングゲインを自動調整する「イージーチューニング機能」を搭載，⑤ 17 ビットエンコーダで，より滑らかな回転を実現，⑥定格 3,000 r/min 機種に加えて，定格 2,000/1,500 r/min の中慣性機種を用意，⑦モータは全機種 IP67 対応にて耐環境性能を向上。

図 20　FALDIC-W シリーズ



6　20 ビットシリアルエンコーダ対応 AC サーボシステム「中容量 FALDIC-αシリーズ」

印刷機械，成形機械，大型搬送装置をターゲットに系列化した中容量 FALDIC-**α**シリーズにおいて，20 ビットシリアルエンコーダ対応のアンプ・モータを系列化した。機種型式ならびに主な特長は次のとおりである。

(1)　機種型式

○アンプ： RYS ○○○ M3-VSH

○モータ： GYM ○○○ BC1-HC

(2)　特　長

○モータ内蔵エンコーダの分解能を標準の 16 ビットから 20 ビットへ高めることにより，高精度な位置決め，同期制御ならびにきめ細かな速度制御が実現できる。

○富士電機の汎用プログラマブルコントローラ「MICREX-SX」との接続を可能としたため，柔軟なシステム構築が実現できる。

図 21　中容量 FALDIC-αシリーズ（20 ビットエンコーダ対応）



回転機・可変速機器

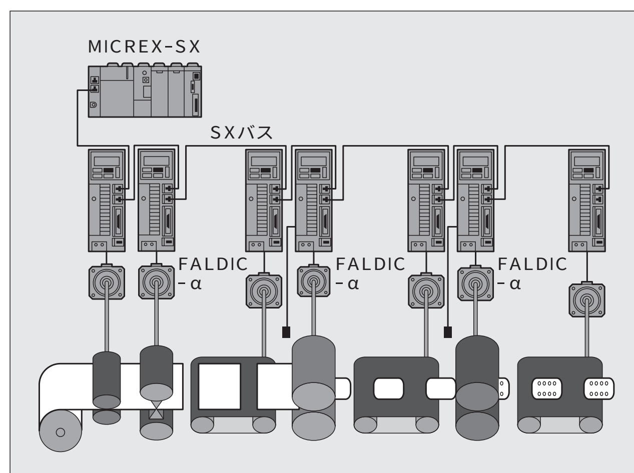
7　セクショナルドライブシステム

印刷機械，包装機械，搬送機械などでは，従来，機械式での同期制御が行われていた。機械式では，ラインシャフトあるいはタイミングベルト，チエーンなどの機構部が必要であり，機械の省スペース化，セットアップ時間の短縮に大きなデメリットがあった。この改善のため，高速演算が可能な「MICREX-SX」とサーボシステム「FALDIC-α」の制御性のよさを活用したソフトウェアによるセクショナルドライブシステムを実用化した。主な特長は次のとおりである。

(1)　MICREX-SX の高速バス（SX バス）にサーボアンプを直結する構成としたため，軸の拡張性に優れている。

(2)　ソフトウェアモーション制御としたことにより，精密同期制御はもちろん，カム同期，間欠同期などのあらゆる同期システムを容易に構築できる。

図 22　セクショナルドライブシステムの構成例



8　ガスヒートポンプ式エアコン用 DC ブラシレスモータ

業務用大型ガスヒートポンプ式エアコンの室外ユニットに使用されるファン駆動用 DC ブラシレスモータ，エンジン冷却用 DC ブラシレスポンプおよび専用コントローラをセットにしたシステム供給をコンセプトに開発を行った。

(1)　特　長

○専用コントローラ 1 台で，ファンモータ 2 台または 3 台の多台運転，およびポンプ 1 台の制御を可能にしている。

○ファンモータは低騒音を目的に正弦波駆動としている。

○ブラシレスポンプはセンサレス制動方式を採用した。

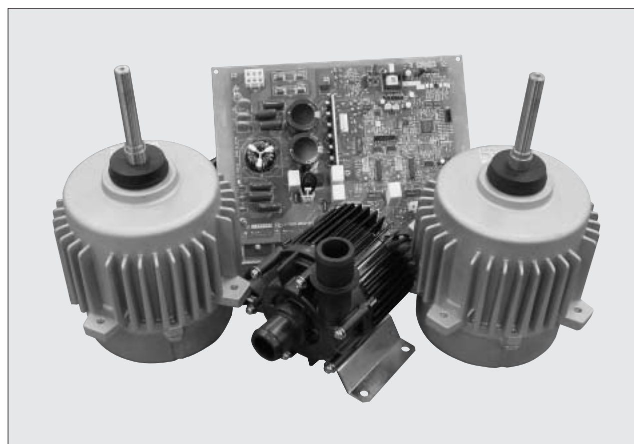
(2)　概略仕様

○コントローラ入力：三相または単相 200 V 50/60 Hz

○ファンモータ：定格出力 170 ～ 500 W

○ポンプ：揚水量　7 m-55 L/min

図 23　ファンモータ（両端），ポンプ（中央前），コントローラ（中央後）



9　クレーン専用インバータモータ

コンテナクレーンの横行および走行用に使用されるベクトル制御インバータモータで，品質信頼性の向上，小型化，低コストをコンセプトとして開発を行った。概略仕様，特長は次のとおりである。

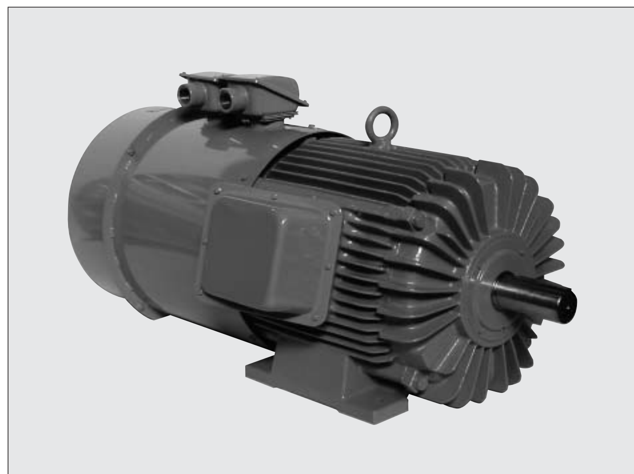
(1)　機種 7.5 ～ 55 kW，基底回転速度 1,750 r/min，4 極，無励磁作動型ブレーキ，エンコーダ搭載

(2)　耐塩害塗装や各部品の接合部シールを施し，海岸近辺の屋外設置に適した製品としている。

(3)　ブレーキは，手動開閉装置を装備して，各種調整作業や機械メンテナンスなどを容易にできるようにした。また，ブレーキの開閉動作を検知するリミットスイッチを装備し，異常時のブレーキ破損事故を未然防止している。

(4)　中空エンコーダと自冷ファン構造により，全長短縮を図った。

図 24　クレーン専用モータ



技術をコンピタンスとしてグローバルトップへ



高井　明（たかい　あきら）
富士電機デバイステクノロジー株式会社
取締役社長

新年明けましておめでとうございます。皆様方には抱負も新たに新年をお迎えのことと心よりお慶び申し上げます。

2003 年 10 月 1 日から旧電子カンパニーは，富士電機デバイステクノロジー株式会社として新たな創業をいたしました。富士電機デバイステクノロジー株式会社のミッションは，半導体デバイス，ストレージデバイス，画像デバイスの事業を通して顧客，株主および従業員にとっての企業価値を最大限にするということです。

純粋持株会社の目標は，各事業会社が「業界最強の専業」を目指すことであり，富士電機デバイステクノロジー株式会社は，「技術をコンピタンスとしてグローバルトップを目指す」ことを基本的な経営方針としました。“ ***Quality is our message*** ”を合言葉に技術革新に努め，先進的な技術と高品質の製品を提供することにより顧客満足実現を目指していきます。

半導体デバイス分野においてですが，まず IC では従来から強みとしてきたアナログ CMOS，高耐圧技術に磨きをかけ，低消費・高精度化の特徴により携帯電話，ディジタルカメラなどの携帯機器の電源制御 IC 分野での顧客満足度を向上させていきます。PDP（プラズマディスプレイパネル）ドライバ IC ではスキャンドライバは SOI プロセス合理化，データドライバは多ビット化によるコストダウンを図っております。オートフォーカス IC では小型化を特徴としたモジュールによりディジタルカメラ市場にシフトしております。

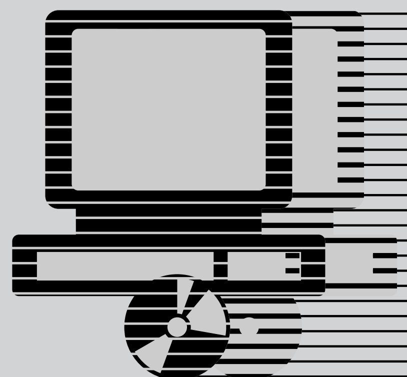
パワーデバイスでは IGBT モジュール，パワー MOS FET において低オン抵抗化技術に向けてデバイス・プロセス技術に磨きをかけ，フィールドストップ構造，トレンチ形成技術，薄ウェーハ技術などのコンピタンスにより産業用機器の省エネルギー化と小型化に貢献しています。また，自動車電装分野においては吸気負圧制御や大気圧補正の圧力センサや点火用イグナイタとしてのスマート IGBT，ハイブリッド IC，燃料噴射 MOSFET，過早着火防止の高耐圧ダイオードなど広範囲に適用されており，今後もさらに拡大していきます。

ストレージデバイスは，パソコン市場で記録密度が年々高くなる中，3.5 インチのアルミ媒体で 80 G バイト/枚からさらに 120 G バイト/枚へ高密度化を図っています。磁性層は従来の長手記録方式から垂直記録方式に移行する時期が近づいており，当社ではグラニュラ磁性層の最適化を図っていきます。また，基板のアルミから小径ガラスへの移行に対応した開発を進めています。

画像デバイスでは，ディジタル複合機に適した高速応答，高耐刷性，高階調性の有機感光体，また，オゾン発生が少なく高解像度が期待できる独自技術の正帯電型感光体などの新規感光体材料開発や，高精度アルミ素管加工技術などにより幅広い市場要求に合わせた新製品を開発しています。また，感光体開発で得られた電子写真技術，周辺機器技術を基に現像プロセス，ユニットの開発を行い，当社独自のカートリッジ開発を行っています。

これらの事業活動を通じて高品質の製品を高品質の技術・サービスと共にお客様に提供し，お客様と共に喜び共に成長する富士電機デバイステクノロジー株式会社を目指していく所存です。

情報機器関連 コンポーネント



磁気ディスク媒体

感光体

展　望

社会の IT 化の進行に伴い，個人，法人にかかわらず膨大な情報（文字，画像，音楽，ソフトデータなど）を取り扱うようになり，それらの情報を大量に記録・再生・保存するストレージ機器および伝達された情報を具視化するための画像表示・プリント機器に対する要求が強まっている。

2003 年のパソコン市場は，デスクトップからモバイルへの市場シフトが顕在化し，かつ今後大きな需要が見込めるパーソナルビデオレコーダ，ディジタルビデオカメラ，カーナビゲーションなどのコンシューマ向け応用製品が本格的に立ち上がる兆しを見せてきている。

技術的には，年々面記録密度の増加とともに要求特性が高くなり，H_c が増大し記録ビットが微小化する状況において SN 比と OW 特性の両立，磁気ヘッドの低浮上化による HDI 特性の確保が難しくなっている。2003 年はφ95 mm 媒体 1 枚あたり 80 G バイト製品が本格的量産に移行し，主要製品となった。80 G バイト製品の立上りは当初予測から遅れており，2004 年も 80 G バイト製品が主流を占めるが，120 G バイト製品も市場投入が始まるといわれている。

富士電機は，いわゆる AFC 構造の適用および製造プロセスの改善などによって 80 G バイト製品の特性改善を図り市場展開するとともに，今後必要とされる三つの技術課題に取り組んできた。第一に現状の長手磁気記録方式による 120 G バイトの製品開発である。これには微細磁性結晶粒の制御技術とヘッドの低浮上に対応する高信頼性の潤滑技術が必要である。第二にガラス基板媒体の製品化である。これまでもガラス基板媒体のプロセス開発を進めており，モバイル用途に使用可能な温度・減圧・衝撃特性を保証できるレベルまで引き上げた。第三に従来から先行的に開発を行ってきた垂直磁気記録媒体の実証特性確認である。現時点で 162 G ビット/in^2 のポテンシャルまで確認済みで，今後さらに外部機関との共同開発などを通じ，グラニュラ磁性層の最適化を図っていく。

2004 年は上述の三つの技術課題をクリアし，面記録密度競争の先陣を走りながらガラス基板媒体および垂直磁気記録媒体を含めた製品系列の拡大を目指す。

記録する容量が拡大する一方で，情報を具視化する画像出力装置の伸長も著しく，個人向けにインクジェット方式，オフィス向けに電子写真方式が成長を続けている。

電子写真方式プリンタでは，モノクロ機の伸びは 10 % 以下であるが，高解像度化によりカラー機は年率 30 % の伸びを示している。複写機分野ではアナログ機からディジタル複合機への置換えが急激に進み，オンデマンド印刷機分野においても電子写真方式は，小量印刷・オンサイト印刷が可能という特徴を発揮しつつある。今後は画像品質の向上およびユーザーの利便性・経済性を指標としてインクジェット方式，電子写真方式が競い合って本分野が伸長することが期待されている。また，環境対策の観点から，使用材料の安全性，長寿命化，リサイクル化の取組みが推進されている。

富士電機では，これらの市場要求に十分対応できる感光体製品を提供し続けてきた。プリンタ分野では，安全性の確認された新規有機材料の創出，高精度アルミニウム素管加工技術の開発により，カラー機対応感光体の市場展開を進めている。

複写機分野では，中高速ディジタル複合機の伸長に合わせ，高速応答性，高耐刷性，高階調性を実現した感光体を製品化し，市場拡大を図っている。また，帯電プロセスにおけるオゾン発生が少なく，表面で電荷発生することにより高解像度が実現可能と考えられる正帯電有機感光体を製品化し系列拡大に注力している。特に高感度化による中高速プリンタ，オンデマンドプリンタの適用開発に注力している。

一方で，正帯電感光体，負帯電感光体開発で得られた電子写真プロセス技術，感光体周辺技術をベースにして現像スリーブやユニットの開発から生産まで行っている。さらに，関連する周辺部材の設計および生産を推進するとともに，富士電機独自のカートリッジ開発にも取り組んでいる。

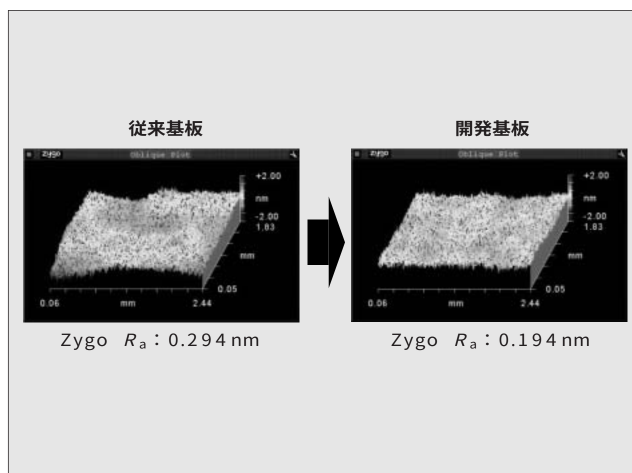
富士電機は，市場のニーズに対応するため材料開発，製品開発・設計，生産プロセス技術の高度化を推進し，今後も世界の各拠点で高性能かつ信頼性が高く顧客満足の得られる製品を生産，市場提供していく所存である。

磁気ディスク媒体

1　160 G バイト/3.5 インチ媒体用アルミ基板

1 枚あたり記録容量 160 G バイトを達成する基板加工技術として，高記録密度化に伴うヘッドの低浮上化に対応するために各周波数領域での高度な表面平滑性が求められており，均一で表面微小うねりが極小となるポリッシュ技術が要求される。富士電機では，ポリッシュ前の基板アニール温度を高温化することにより，媒体成膜時のスパッタ加熱による基板のうねり増加を現行に対して 20 %以上低減した基板を開発した。また同時に，基本部材であるグラインドサブストレートのうねり低減，無電解 Ni めっき工程の改善による耐熱非磁性の改善および製造プロセス条件の最適化を図ることで，微小うねりが 30 %低減されるとともに，GH アバランシェ特性の向上とマイクロビットなどの欠陥を低減した高品質低うねり基板の開発に取り組んでいる。

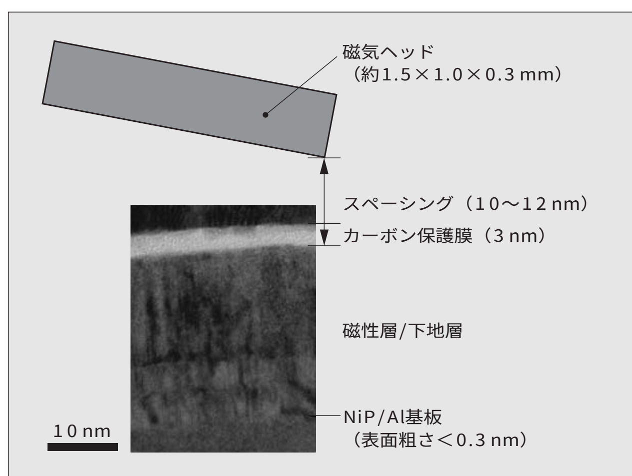
図1　基板の表面微小形状イメージ（新旧）



2　120 G バイト/3.5 インチ磁気記録媒体

2004 年は現行の 1.5 倍の記録容量 1 枚あたり 120 G バイトが製品化目標である。このときの磁気記録ビットの大きさは，32 nm × 220 nm ときわめて微小である。このように微小な磁気記録ビットを安定して形成するためには，スペーシング（磁気ヘッドと磁気記録層との距離）を 10 ～ 12 nm まで近づけ，さらに熱減磁（磁気記録ビットが熱の影響で消滅する現象）を起こさない磁性層設計が必要となる。富士電機では，基板表面粗さを 0.3 nm 以下に制御するテクスチャ加工技術と 2.5 ～ 3.0 nm の薄さで磁気記録媒体を保護するカーボン保護膜形成技術を開発し，スペーシングの低減を実現した。これにいわゆる AFC（反強磁性結合）磁性層構造を組み合わせることで熱減磁問題を解決し，1 枚あたり 120 G バイトの容量実現を目指している。

図2　磁気記録媒体の断面 TEM 像

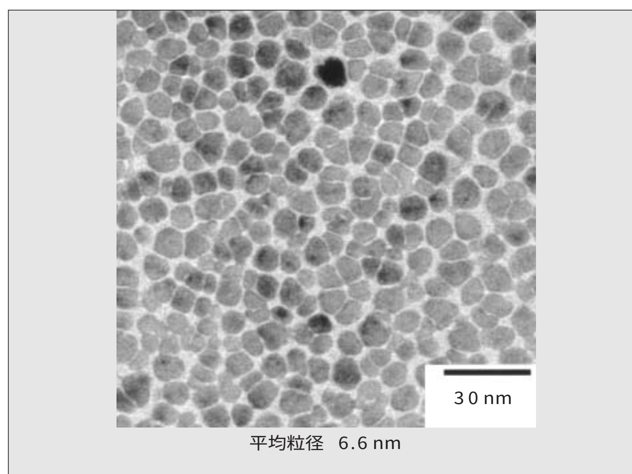


3　垂直磁気記録媒体

富士電機では，ハードディスクの記録密度をさらに上げることのできる垂直磁気記録媒体の開発を行っている。記録層として酸化物を使ったグラニュラ方式の磁性層を開発し，平均粒径が 6.6 nm と微細で，粒径のそろったノイズの少ない媒体が得られている。この磁性層を使い 200 G ビット/in^2 を超える記録密度の媒体開発を目指している。

また，量産をふまえ垂直媒体に必要とされる軟磁性層を，めっきにより形成する垂直媒体用基板の開発も行っている。この基板を使うことで，従来の水平磁気記録媒体を製造する設備をそのまま使い，垂直磁気記録媒体を製造することが可能となる。現在，スパッタで成膜された軟磁性層とほぼ同等のノイズ特性を，めっき軟磁性層で実現できることが確認されている。

図3　垂直磁気記録媒体の平面 TEM 像



平均粒径　6.6 nm

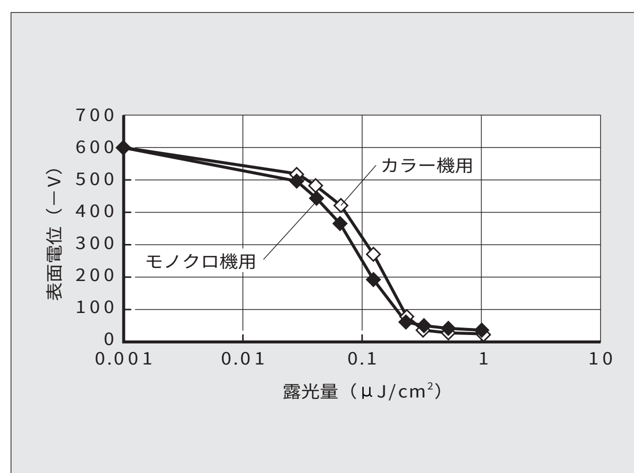
感光体

1　カラープリンタ用有機感光体

電子写真方式のカラープリンタおよびカラー複写機は近年オフィス用としての伸長が著しい。カラー画像では高い色再現性・解像度が要求され，それ故使用される感光体には，モノクロ機用と比較して，さらに高い階調再現性が要求される。富士電機では，カラー機用として有機感光体の下引き層，電荷発生層，電荷輸送層の個々の最適化および最適組合せの検討を行い，モノクロ機用と比較してHigh-γな光減衰特性を持ち，高い暗抵抗を保持しうるカラー機用有機感光体を開発した。

今後は，市場で要求される高速化・長寿命化に対応すべく，電荷輸送層の組成検討によりさらなる高速応答化・長寿命化を図ることで，より高性能な感光体を開発し，魅力のある製品を提供していく。

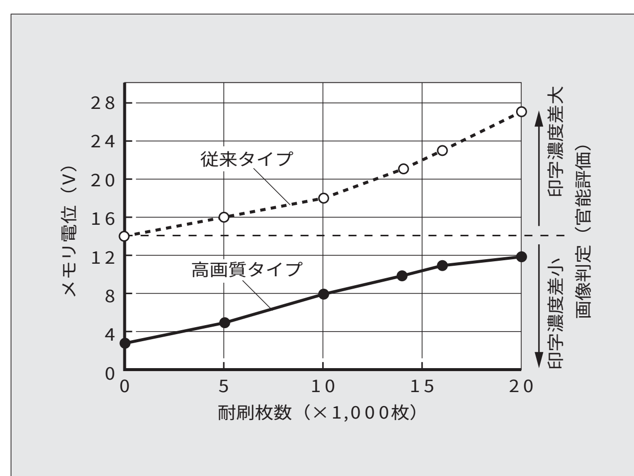
図４　有機感光体の光減衰特性比較



2　高画質正帯電有機感光体

富士電機では，オフィス用低速および中速プリンタ向け正帯電有機感光体を製品化しているが，より高画質・高解像度化されたプリンタやディジタル複合機にも適用可能な正帯電有機感光体を開発し，市場展開を進めている。これらの高品位プリンタおよびディジタル複合機用感光体においては，画像メモリと称される印字濃度差を解消することが必要である。従来，画像メモリは出力した印字を官能評価で行っていたが，今回，メモリ電位として数値化し，目標値を明確化することにより，新規電荷輸送材の開発と材料組成の最適化を行い，高画質化・高解像度化を図った中速ディジタル複合機に適用可能な感光体を開発した。今後は中高速分野への適用を考慮し，さらなる高感度・長寿命感光体の開発に取り組んでいく。

図５　低温・低湿度環境における画像メモリ

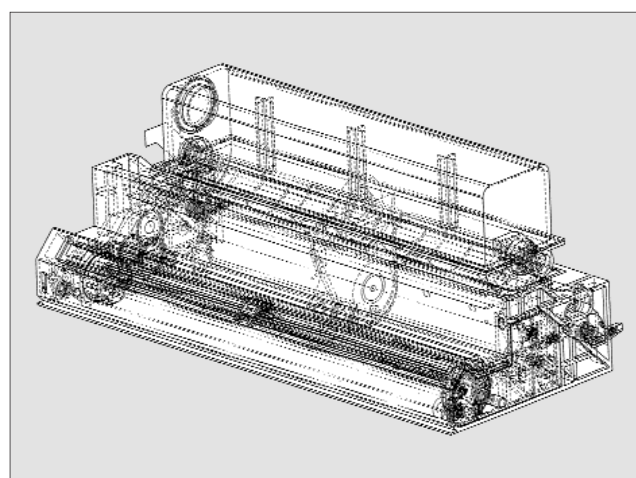


3　電子写真プロセスユニット

普通紙複写機，レーザプリンタなどに代表される電子写真応用機器においては，信頼性や利便性向上の目的から感光体を含む画像形成部分がユニット化されているのが一般的である。

富士電機では，このような電子写真方式のプロセスユニットの開発・生産を中心に，その機能を担う感光体，現像ローラやトナーの開発も行っている。その中で，高画質，高信頼性，エコロジー対応などの要求に応えるために，正帯電有機感光体のプロセスユニット開発に注力しており，従来の負帯電型ユニットと比較して，優れた階調性を実現している。今後もさらなる高性能化を目指して，カラー機への対応を進めるとともに，多様化するニーズに応え，特徴ある電子写真プロセス関連製品の開発に取り組んでいく。

図６　富士電機にて設計した電子写真プロセスユニット



電子デバイス・半導体



IC・パワー半導体

展　望

2003 年は 3 月に勃発（ぼっぱつ）したイラク戦争や，新型肺炎 SARS（重症急性呼吸器症候群）の感染拡大などにより世界経済に影を落としたが，半導体業界においては 2002 年からの市況回復の兆しが引き続き継続した年であった。従来からのパソコン，携帯電話，ディジタルスチルカメラに加え，DVD レコーダ，薄型テレビなど新たな需要を掘り起こす製品が立ち上がってきた。また，中国市場などに支えられた産業用半導体も堅調に推移した。こうした背景下で富士電機の半導体は高耐圧，パワー技術を特徴として，顧客の機器，システムの高機能化，省電力化，低コスト化などのニーズに応える製品群を提供してきた。

AC-DC 電源 IC 分野では，低消費電力化が進んでいる電子機器・家電製品に向けて，待機電力 100 mW 以下の要求に対応したカレントモード制御電源 IC を開発した。軽負荷時に発振周波数を自動的に低減し，スイッチング損失を低減する機能と，高耐圧の起動電流制御回路を内蔵し，起動後は高圧系からの電流を削減することで待機電力を低減する。また，コストダウンに対応した SOT23 パッケージの制御 IC も開発中である。

DC-DC 電源 IC 分野では，ディジタルスチルカメラ，VTR カメラ，PDA などに最適な高効率マルチチャネル電源 IC を開発した。幅広い入力電圧範囲，高精度の基準電圧，充実した保護回路機能などの特徴のほかに，各アプリケーションの要求に応じて，CPU に供給する電源電圧が動作モードにより変化することに対応した出力電圧可変制御，CPU の待機時に消費電流を削減することを目的とした PWM/LDO 切換制御などを実現している。また，マルチチャネルの各ソフトスタート機能を内蔵することにより，外付け部品を大幅に削減した。さらに，携帯電話やディジタルスチルカメラなど携帯電子機器のカラー液晶パネル用バックライト駆動 IC も開発した。

プラズマディスプレイパネル（PDP）テレビの市場拡大に伴い，PDP 駆動 IC に対しては低価格化と安定物量供給が要求されているが，富士電機ではこれら要求に応えるため，高耐圧デバイスの小型化によりアドレスドライバ IC のチップサイズを当社従来 IC の 70 %とし低コスト化を図るとともに，ウェーハプロセスを 8 インチ化することで安定供給を可能とした。

富士電機独自のカメラ用パッシブオートフォーカスデバイスでは，クリアモールドパッケージに代わる特性のよいクリアゲル-SOP を採用し，センサピッチを大幅に縮小した高性能の小型モジュール 3 機種と，低価格の広角モジュールをラインアップしている。これにより，ディジタルスチルカメラの小型・高性能化に貢献し，拡大を図る。

パワーデバイス分野では，顧客起点とした迅速な対応を最大限に重視し，顧客満足度を確実に向上させる施策を展開中である。IGBT モジュールでは，すでにその低損失，高信頼性そしてその使いやすさから，多くの支持を獲得している第五世代 IGBT モジュール「U シリーズ」を展開中である。600 V，1,200 V，1,700 V での系列化を実施し，量産供給が始まっている。また，この優れた U-IGBT チップを用いて，さらに小電流用途のお客様が使いやすいように，小容量 IGBT モジュールを開発製品化した。また，対称的に大容量の用途のお客様には 2 個組の IGBT 大容量モジュールを開発し，1,700 V で 1,200 A までの大容量モジュール化を図っている。

ディスクリート分野では，パワー MOSFET「Super FAP-G シリーズ」が好調である。シリコン限界に近づけた特性改善が多くのお客様に認められ実績を重ねている。これまで系列製品化した 900 V までの高耐圧系列に加えて，今回は 300 V 耐圧の PDP のサステイン回路用シリーズを開発した。また，ディジタルオーディオアンプ用として，100 ～ 150 V 耐圧シリーズも開発した。いずれも高速スイッチング，低損失が厳しく求められる適用分野であり，SuperFAP-G のコンセプトを生かして製品化対応している。

また，高効率，低損失が要求されるスイッチング電源の二次側整流用として最適な製品をシリーズ化（40 ～ 250 V）し，好評を得ている。

今後も引き続き富士電機の半導体製品は特徴ある技術を生かして，さらに多様化する顧客ニーズに迅速に対応する所存である。

IC ・パワー半導体

1　コストダウン型カレントモード制御 IC

家電・ OA 機器などに使用される AC–DC コンバータの低価格要求に応え，カレントモード制御方式の PWM スイッチング電源制御 IC を 5 ピンの小型パッケージに搭載したコストダウン型 IC「FA5520Y」を開発した。

この製品の主な特徴は次のとおりである。

(1)　SOT–23，5 ピンパッケージ

(2)　30 V 高耐圧 CMOS プロセス採用による低消費電流化，スタンバイ電流：2 mA，動作時：1 mA

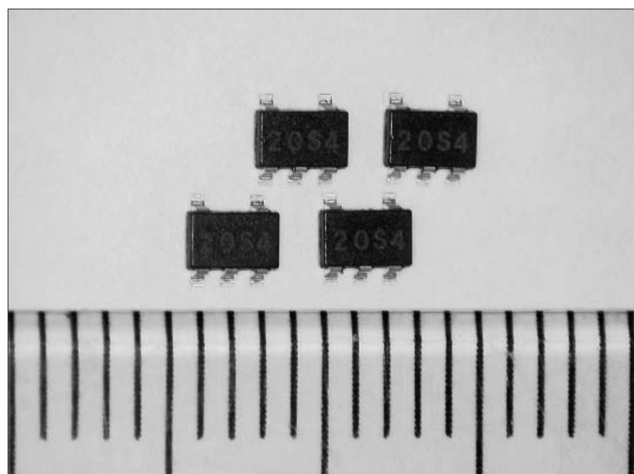
(3)　電源（V_{cc}）を監視する過電圧保護機能内蔵

(4)　パルスバイパルス過電流制限

(5)　内部固定の発振器内蔵：f = 100 kHz

(6)　最大デューティ：94 %

図1　コストダウン型カレントモード制御 IC



2　小型 5 チャネル DC–DC コンバータ制御 IC

ディジタルスチルカメラなどの携帯機器の小型化・薄型化に対応した 5 チャネル PWM 出力の電源 IC「FA7716R」を開発した。

主な特徴は次のとおりである。

(1)　動作電圧範囲：2.5 〜 10 V

(2)　5 チャネルの電源構成が可能

(3)　チャネルごとのオンオフ制御，ソフトスタート機能

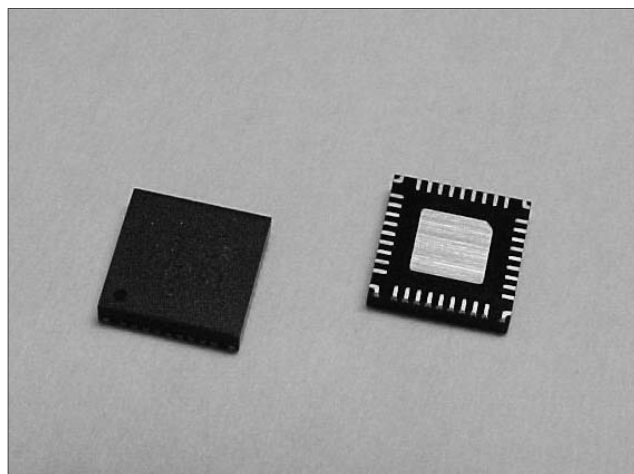
(4)　ソフトスタート機能の内蔵（外付け部品なし）

(5)　ディジタル系出力シーケンスに対応

(6)　保護回路機能内蔵（低電圧誤動作防止，短絡保護）

(7)　QFN–36 パッケージ（鉛フリー対応）ボディサイズ 5 mm × 5 mm，ピンピッチ 0.4 mm，厚さ最大 0.95 mm の小型・薄型パッケージ採用

図2　小型 5 チャネル DC–DC コンバータ制御 IC



3　白色 LED ドライバ IC

携帯機器のカラー液晶パネルのバックライト光源として白色 LED が使用されているが，白色 LED を高効率で駆動するドライバ IC「FA3722Y」を製品化した。

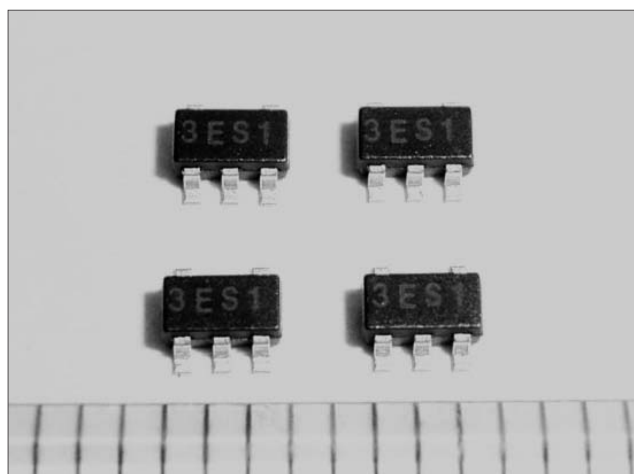
本 IC は PWM 制御 DC–DC コンバータで最大 6 個の白色 LED を定電流駆動し，90 %以上の効率と 1 μA 以下のスタンバイ電流により最適なバッテリー動作を提供する。

1.6 〜 6.0 V の入力電圧範囲で動作するため，1 セルのリチウムイオンバッテリーや複数のアルカリまたは NiMH バッテリーで駆動される携帯機器に最適である。

主な特徴は次のとおりである。

①発振周波数：1.2 MHz，②動作時回路電流：150 μA，③効率：最大 90 %以上，④出力の過電圧保護回路，⑤小型パッケージ：SOT23–5 ピン。

図3　白色 LED ドライバ IC「FA3722Y」



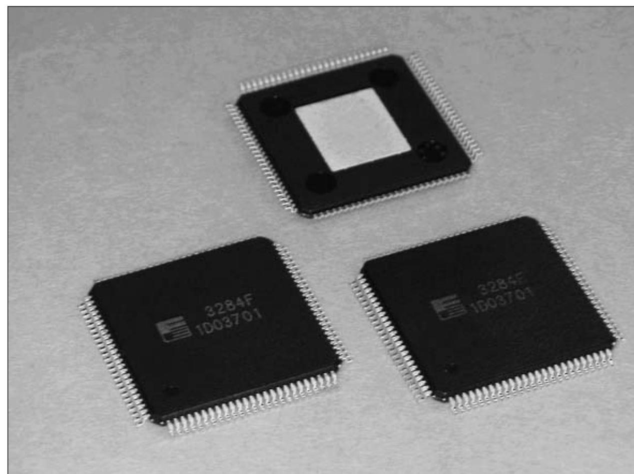
IC ・パワー半導体

4　PDP 用スキャンドライバ IC

PDP テレビ市場が本格的に立ち上がり，大画面化，高画質化，低価格化が急速に進んでいる。これに伴いドライバ IC には，ドライブ能力の大電流化，動作電圧の高耐圧化，IC のコストダウンが要求されている。これらの要求に応えるため，PDP 用スキャンドライバ IC「FD3284F」を開発した。主な特徴は次のとおりである。

(1)　165 V 高耐圧 IGBT 出力 SOI 構造
(2)　ドライブ電流：－200 mA/＋1,200 mA（ソース/シンク）
(3)　ダイオード電流：－1.2 A/＋1.2 A（ソース/シンク）
(4)　ダイオード電圧降下：1.5 V（400 mA 時）
(5)　出力動作電圧：30 ～ 130 V
(6)　64 ビット双方向シフトレジスタ（8 MHz）
(7)　外形：Exposed Pad TQFP100 ピン

図4　PDP 用スキャンドライバ IC

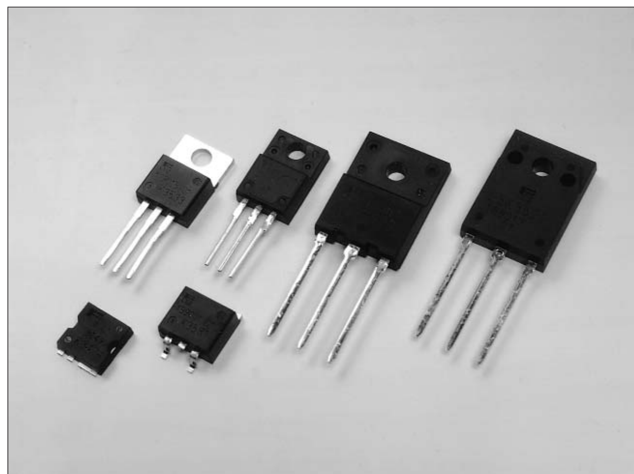


5　PDP サステイン回路用パワー MOSFET「SuperFAP-G シリーズ」

薄型・大画面で高精細画像を実現するプラズマディスプレイパネル（PDP）は今後大幅な成長が見込まれている。PDP パネルの発光効率を向上させるため，サステイン回路は高駆動電圧化と高効率が要求される。この回路用に最適設計した 100 ～ 300 V の低損失・超高速パワー MOS FET SuperFAP-G シリーズを開発した。主な特徴は次のとおりである。

(1)　低オン抵抗：TO-220 系パッケージで 300 V/0.1Ω（代表値）を実現
(2)　低ゲートチャージ：従来比 60 %低減
(3)　高速スイッチング：従来比 65 %低減
(4)　小型・薄型パッケージ：TFP パッケージもラインアップ

図5　パワー MOSFET「SuperFAP-G シリーズ」

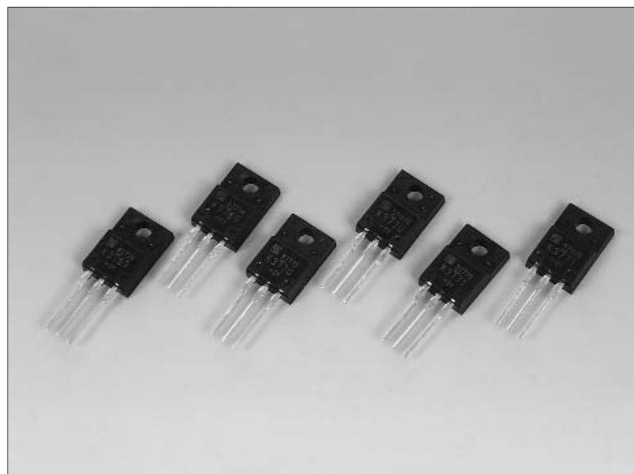


6　ディジタルオーディオアンプ用パワー MOSFET「SuperFAP-G シリーズ」

ディジタルオーディオアンプは，小型・軽量・高効率に有利といった特徴からホームシアターに代表される大出力・多チャネルの音響システムに多く利用され，今後もその用途は拡大が見込まれている。このディジタルアンプ用パワー MOSFET へは，高速スイッチング・低損失が求められており，これに対応したディジタルオーディオアンプ用 SuperFAP-G シリーズを開発した。特徴と概略仕様は次のとおりである。

(1)　スイッチング時間：従来比 65 %低減
(2)　ターンオフ損失：従来比 65 %低減
(3)　概略仕様　2SK3769-01MR：150 V/23 A
　　　　　　　2SK3770-01MR：120 V/26 A
　　　　　　　2SK3771-01MR：100 V/29 A

図6　ディジタルオーディオアンプ用「SuperFAP-G シリーズ」



IC ・パワー半導体

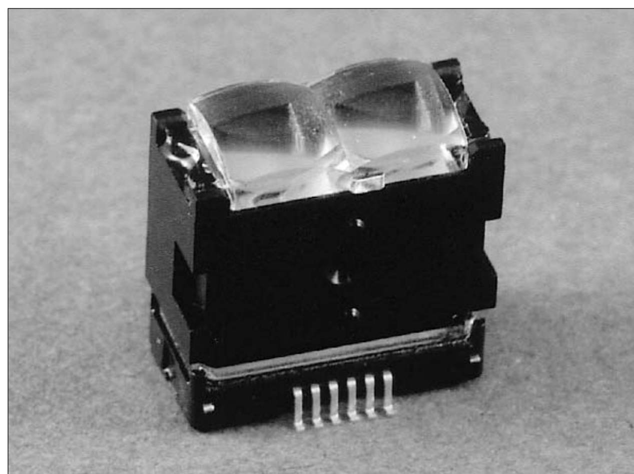
7　高精度オートフォーカスモジュール

ディジタルスチルカメラ（DSC）の高倍ズーム化に伴い，高速かつ高精度なオートフォーカス（AF）システムが一層求められている。富士電機では 4 倍以上の高倍ズーム DSC への適用を目的として，7 μm ピッチ CMOS センサを採用した高精度 AF モジュール「FM6271W37」を開発した。

この製品の主な特徴は次のとおりである。

(1)　高精度（測距分解能：± 0.072/m）
(2)　単電源駆動（3.0 ～ 5.5 V）
(3)　アドレス指定による部分読出し可能
(4)　低消費電流（動作時：7 mA，スタンバイ時：1 μA 以下）
(5)　多点測距（マルチ AF）可能

図７　AF モジュール「FM6271W37」



8　600 V IGBT モジュール「U シリーズ」

産業用インバータなどの電力変換装置に使用される電力用半導体素子には，さらなる低損失化，小型化，高信頼性，使いやすさが求められている。これらの要求に応えて富士電機は，第五世代 600 V U シリーズ IGBT モジュールの開発を行い，製品化した。本系列は豊富なパッケージ系列により市場ニーズの多様化に対応するとともに，IGBT ・ FWD チップの最適化設計により従来品に対して大幅な損失低減を実現している。

(1)　定格：600 V/30 ～ 600 A
(2)　パッケージ：Econo モジュール，2 個組および 7 個組の豊富なパッケージ系列
(3)　低損失化：スイッチング損失の低減により，従来品比較で約 20 %の発生損失低減を実現

図８　U シリーズ IGBT モジュール



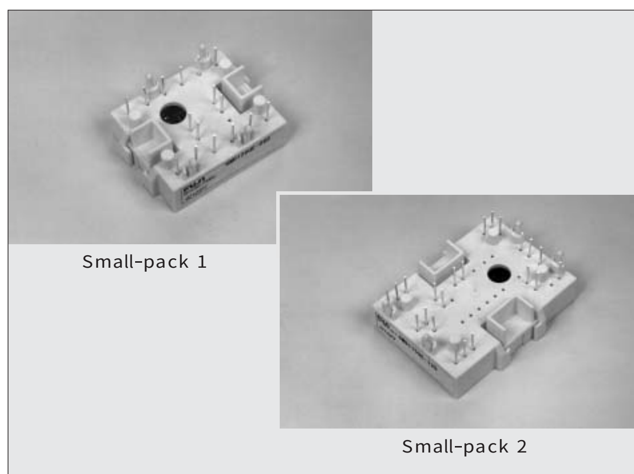
9　小容量 IGBT モジュール「Small-pack」

近年，電力変換装置に使用されるパワーモジュールの適用範囲は家電製品から自動車まで広がり，さらなる低消費電力化，小型化，軽量化が求められている。この要求に対し，低出力の負荷に対応する第五世代のトレンチ構造 IGBT を用いた小容量の IGBT モジュール Small-pack1 & 2 の開発を進めている。現在はインバータ部のみの 6-pack を優先に開発を進めており，その後ブレーキ部，コンバータ部も搭載した PIM への系列拡大を図る。

主な特徴は次のとおりである。

(1)　定格電圧・電流：600 V/10 ～ 50 A，1,200 V/10 ～ 25 A
(2)　小型・軽量化：W41 × D34 × H21（mm）（写真左）/ W57 × D41 × H21（mm）（写真右），放熱用銅ベースレス構造
(3)　環境規制への対応（オール鉛フリーパッケージ）

図９　小容量 IGBT モジュール「Small-pack」



IC ・パワー半導体

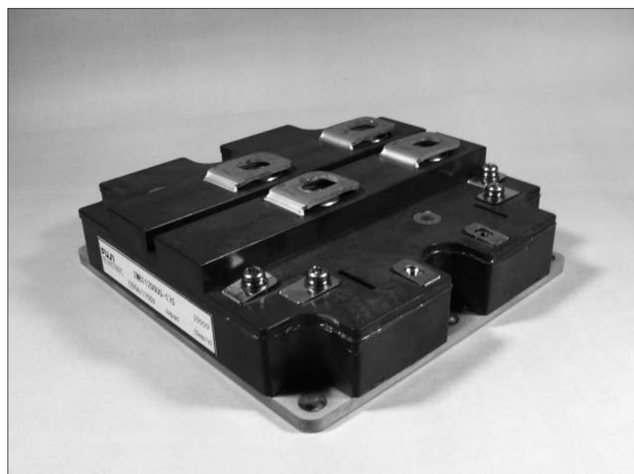
10　2 個組大容量 IGBT モジュール

産業用電力変換装置に用いるパワーデバイスにおいては，高耐圧・大容量・高性能・高信頼性を兼ね備えた製品の要求が高まってきている。これに対応するため，耐圧 1,700 V クラスで，最大 1,200 A までの 2 個組大容量 IGBT モジュールの開発を進めている。この 2 個組大容量 IGBT モジュールは，第五世代の FS（Field-Stop）トレンチ構造 IGBT を適用し，従来の製品に比べ大幅な損失改善を達成している。

主な特徴は次のとおりである。

(1)　大容量：600 A，800 A，1,200 A の電流容量
(2)　高性能：低オン電圧 $V_{CE\,(sat)}$ = 2.4 V（125 ℃，標準値）
(3)　高信頼性：内部構造の最適化による信頼性の向上

図 10　2 個組大容量 IGBT モジュール



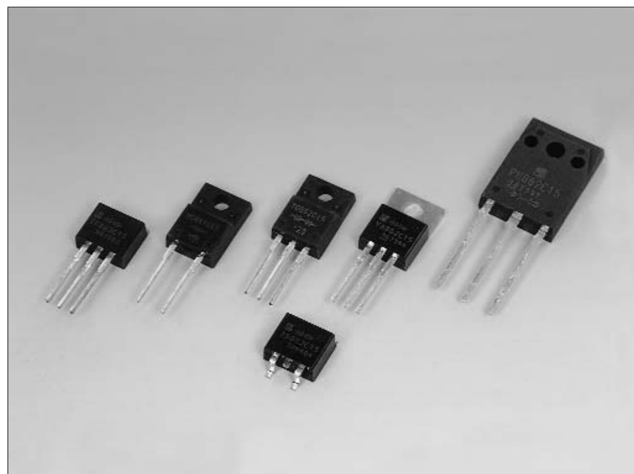
11　電源二次側整流用ダイオード「高耐圧 SBD シリーズ」

高効率，低損失化が要求されるスイッチング電源において，特に 12 V 以上の高電圧出力電源の二次側整流用に最適な 120 〜 250 V の高耐圧ショットキーバリヤダイオード（SBD）を開発した。従来使用されている 200 〜 300 V の超高速低損失ダイオード（LLD）と比較し，低順電圧 V_F とソフトリカバリー性を有し，スイッチング電源の低損失化と逆回復特性による跳ね上がり電圧の抑制，スイッチングノイズの低減を実現する。

概略仕様は次のとおりである。

○定格電圧　：120 V，150 V，250 V
○定格電流　：5 A，10 A，20 A，30 A
○パッケージ：TO-220，TO-220F，TO-274，T-Pack

図 11　電源二次側整流用ダイオード「高耐圧 SBD シリーズ」



12　電源二次側整流用ダイオード「低 I_r SBD シリーズ」

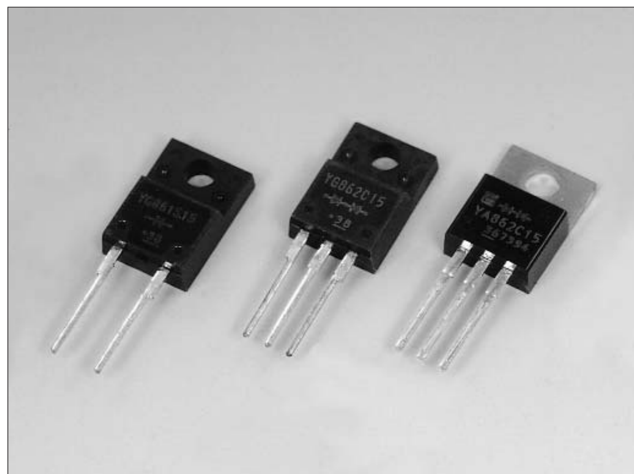
高効率，低損失が要求されるスイッチング電源の二次側整流用に最適な 40 V，60 V，100 V 耐圧ショットキーバリヤダイオード（SBD）を開発した。

従来の同耐圧 SBD に比べ，逆漏れ電流（I_r）を約 1 けた低減し，逆方向損失を大幅に低減した。特に高温での損失低減により，熱暴走開始温度の改善が図られた。AC アダプタ内のような高温環境下での使用に最適なデバイスである。

概略仕様は次のとおりである。

○定格電圧　：40 V，60 V，120 V
○定格電流　：10 A，20 A，30 A
○パッケージ：TO-220，TO-220F

図 12　電源二次側整流用ダイオード「低 I_r SBD」



快適商空間の創造



吉増　晟（よします　あきら）
富士電機リテイルシステムズ株式会社
取締役社長

謹んで新年のお祝いを申し上げます。

富士電機リテイルシステムズ株式会社は，富士電機グループの他の事業会社に先立ち 2003 年 4 月 1 日に吹上富士自販機株式会社，富士電機株式会社流通機器システムカンパニー，富士電機冷機株式会社を統合して，自動販売機関連，コールドチェーン関連および通貨処理関連を事業分野とする製販一体の会社として出発いたしました。

当社は，「快適商空間を創造し，お客様に最大の満足を提供する企業」をビジョンに，各分野において，お客様への広範囲なサービスを提供してまいります。

自動販売機分野では，物品の販売機として生活者や社会に対して快適な利便性を提供する事業を進めてきました。これに加えて変化しつつある社会にふさわしい，個々人の新しいニーズを満たす機材や，身近にあるという公共性に着目したサービスを行う機材など，IT も活用した新しい自動販売機の姿を追求していきます。同時に，省エネルギートップランナー基準のクリア，冷媒や断熱材のノンフロン化，鉛など有害物質の大幅削減といった，環境負荷を低減する技術・製品の開発も継続的に進めていきます。

コールドチェーン関連分野では，ストアトータルプランプロデュースというコンセプトのもと，店舗の設備・機器から企画・構築・保守といったサービスまで提供する事業へ拡大させていくことを目指しています。これまでにも，店舗全体の省エネルギーを促進する「エコマックス」システム，「エコロユニット」と名づけたユニット工法による店舗建築や内装にまでサービス領域を広げてきています。

また通貨処理関連分野では，流通の効率化と生活者の快適性に貢献し，楽しみや豊かさをサポートする事業として拡大していきたいと考えています。自動販売機用の通貨処理機器ばかりでなく，流通小売業向けの精算カウンターをはじめ，広がりを見せている電子マネーの精算システムや関連するサービスにまで事業領域を広げつつあります。もちろん，日本銀行券の新券発行に関しては，利用者に影響がないように万全の体制で対応を進めています。

以上のような事業の推進にあたっては，製販一体化を機に従来のルールを打ち壊し，新しいやり方に挑戦しています。初年度として，コストダウンでは製品・部品在庫の圧縮，機種の統合と整理などを取り上げ，プロジェクト体制のもと実効をあげつつあります。品質向上についても，製販共働による市場情報のフィードバックの質と速度の向上に取り組んでおり，成果があがりつつあるところです。

これからも当社はチャレンジ精神がみなぎるプロの集団として，お客様に一番近いパートナーとして信頼される会社を目指していきます。

今後とも，よろしくご支援とご愛顧を賜りますよう切にお願いをさせていただきます。

流通機器システム



自動販売機

フードサービス機器

通貨・カード機器

店舗用設備・機器

展　望

当部門は飲料・食品を中心とした流通分野における機器，システム，サービスを提供することにより「快適商空間の創造」を目指して活動している。

主力の飲料自動販売機では，2003 年度上期（4 ～ 9 月）の業界出荷実績台数は前年比 109 %と増加しており，ここ数年来の飲料メーカーや自動販売機オペレーターの機器需要の落ち込みは回復してきている。

一方，コールドチェーン機器については，スーパーマーケット分野では食品スーパーマーケットを中心とした需要，コンビニエンスストア分野では激しい競合の中での新規出店や改装による需要が，堅調に推移している。

このような市況の中で，われわれは商空間にまつわるさまざまなニーズをくみ取り，顧客にとってオペレーション経費が軽減でき，新たな事業展開が図れると思われる製品の開発を進めている。以下に代表的な技術や製品について概要を紹介する。

瓶・缶自動販売機は，「エネルギーの使用の合理化に関する法律」（省エネルギー法）の特定機器に指定され，2005 年度には 2000 年度に比べて加重平均で約 30 %の電力消費量削減を達成するという目標値が設定された。富士電機はこれまでも自動販売機の省エネルギーに努めてきたが，新しい断熱構造の開発や冷却システムの高効率化を実現して，目標値達成のめどをつけた。環境問題では，このほかに脱鉛や脱塩化ビニルなど有害となる物質の削減や，地球温暖化係数が小さい自然冷媒である CO_2 を冷媒とした冷却システムの技術開発を進めている。また，ホット商品とコールド商品のきめ細かい入換えを可能にする 4 室機の効率的な冷却システムや，PET 容器など年々多様化する飲料容器に対してより柔軟性の高い商品収容機構（ラック）を開発するなど内部装置も進化させている。

一方では，Shell-D 構造をたばこ自動販売機に採用して防盗効果やデザイン性の向上を実現するとともに，ユニバーサルデザインを特徴とする新型の View タイプ自動販売機の開発を行った。

カップ自動販売機では，人気の高いフローズン飲料を調理・販売できる初めての自動販売機を開発し好評を得ている。また，アイスコーヒーマシンを開発し，フードサービス機器の品ぞろえをさらに豊富なものとした。

このほか，顧客要望の強い部品標準化やコストダウンにも精力的に取り組んでいることはもちろんである。

コールドチェーン分野では，フリースタンディングタイプのコンビニエンスストア向けに「エコロユニット」を開発し，現場工期の短縮やリユース性の大幅な向上を実現した。ショーケース機器では新型冷凍多段ショーケースやホット＆コールドショーケースを開発し，多様な商品を適切に温度管理できる機器を充実させた。また，小型システム店舗「アール・キューブ」を開発し，店舗内の新しい空間創造を提案している。一方で，機器の省エネルギーなど環境問題への取組みも継続的に進めている。

通貨・カード機器の分野では，日本銀行券の改刷が 2004 年に予定されているため，新セキュリティ技術対応や市場展開済みの製品の新券対応について，改刷による影響が出ないよう万全の体制で機器の開発を進めている。

自動販売機用の硬貨や紙幣の鑑別機ではコストダウン，保守性の向上を進めている。金銭処理機では，各種のセルフ方式の精算システムに最適な紙幣硬貨一体型の小型リサイクル精算機を，レジャー業界向けにはカードと現金の混在に対応した新型の現金玉貸しサンドを開発した。

非接触 IC カードを利用した電子マネー「Edy」の利用が広がり始めている。これまでにも自動販売機用や個店舗用の Edy 決済端末機器を開発して展開してきたが，POS に連動する決済端末機や，5,000 円，1 万円をカードにチャージできる高額チャージ機を開発し，電子マネーの使いやすさ，運用のしやすさをさらに高める品ぞろえを行った。非接触 IC 関連システムについては，富士電機の得意とするアンテナ技術とセキュリティ技術を生かしてさまざまな利用シーンでの適用を進めている。

以上，当部門が関係する市場の状況と，これに対する富士電機の新技術および新製品の開発について紹介した。当部門としては今後とも市場・社会とともにあって，環境に優しい商品作り，快適な商空間創（づく）りに努力し続けたいと考えている。

自動販売機

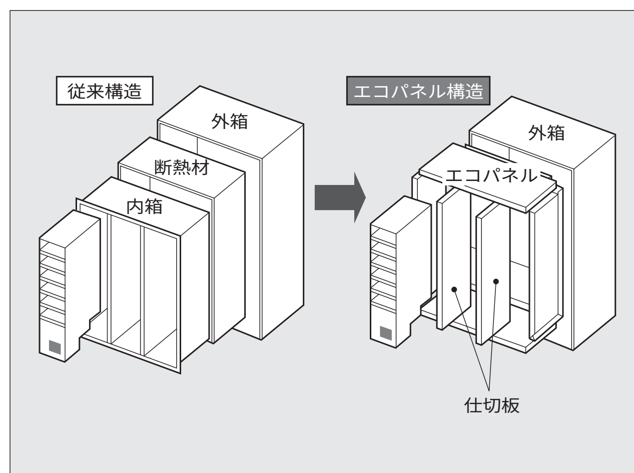
1　省エネルギー対応自動販売機

関連論文：富士時報 2003.10 p.644-648

缶飲料自動販売機は，省エネルギー法による特定機器の指定を受けた。2005 年度の目標基準値を達成するため，熱エネルギーロスの低減，加熱冷却領域のゾーン化を主な狙いとした次のようなアイテムの開発を実施し，目標値達成の見通しがついた。

(1)　鋼板製の内箱をなくし，熱伝導の遮断・低減を図った新断熱構造「エコパネル構造」の開発
(2)　最も熱移動の大きい断熱仕切板に効果的に真空断熱材を採用
(3)　庫内の気流を可視化技術やシミュレーション技術で解析し，加熱・冷却領域をゾーン化，温度ばらつきを低減
(4)　冷却系機器を最適化し，冷凍機の効率を向上
(5)　販売予測機能と連動したファンコントロール

図１　エコパネル構造



2　自動販売機の環境対応技術

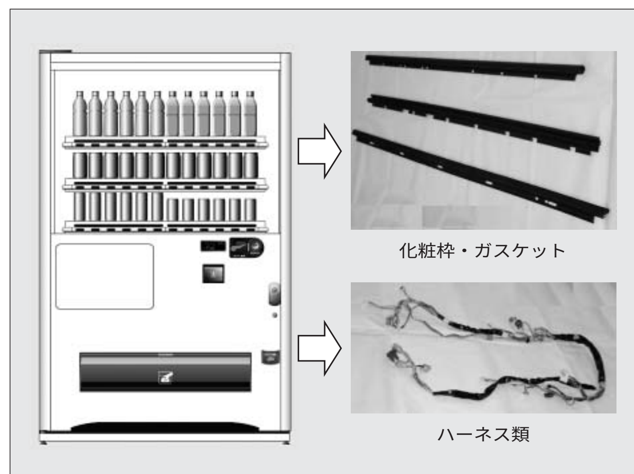
関連論文：富士時報 2003.10 p.639-643

自動販売機にかかわる環境要素と因子の対応はさまざまであり，LCA（ライフサイクルアセスメント）の活用による環境配慮設計〔リサイクル（再生材）の利用，分解容易性，脱フロン対応など〕が重要である。

富士電機は自動販売機の環境配慮設計を 10 年以上前から行っているが，2003 年に欧州指令として成立した WEEE & RoHS やわが国のグリーン調達に対応すべく，有害物質削減のため脱鉛と脱ハロゲン（塩化ビニル）に取り組んだ。缶自動販売機の化粧枠やガスケットの押出材の脱鉛と脱ハロゲン，ハーネス類の被覆などの脱鉛を実施し，次の成果を得た。

(1)　2003 年度機に対して鉛を約 85 %削減（質量比）
(2)　2003 年度機に対して塩化ビニルを約 65 %削減（質量比）

図２　化粧枠・ガスケットとハーネス類（一例）



3　CO_2 冷媒適用冷却システム

近年，自動販売機においては，地球環境保護の観点からオゾン破壊係数（ODP）をゼロにし，地球温暖化係数（GWP）を大幅に小さくする脱フロンの技術開発が重要な課題となっている。このため，炭酸ガス（CO_2），炭化水素（HC）などの自然冷媒がクローズアップされている。富士電機では HC 冷媒の欠点である可燃性がない安全で環境に優しい CO_2 冷媒に着目し，業界初のホットアンドコールド缶飲料自動販売機を開発した。

(1)　高効率・高信頼性冷凍サイクルの開発

冷却回路は 2 段圧縮インバータコンプレッサ，中間熱交換器，内部熱交換器，電子膨張弁などの独自の冷凍サイクルである。

(2)　マルチエバポレータ方式による 3 室ホットアンドコールド機に対応

図３　ホットアンドコールド缶飲料自動販売機



自動販売機

4　4 室缶自動販売機

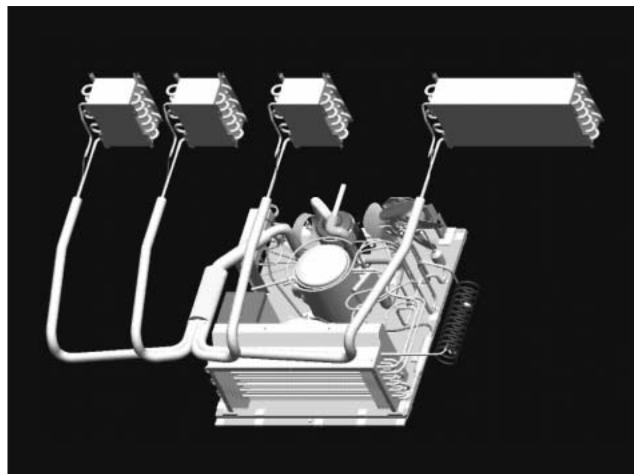
１基の冷却ユニットで４庫室の冷却・加熱が可能な冷却システムを搭載し，構造の大幅なシンプル化と消費電力量の低減を図った４室缶自動販売機を開発した。この冷却システムでは次のような工夫を行っている。

(1)　自動的に４庫室を二つのグループに分けて，交互に冷却する制御方式を新たに開発し，高負荷時でも冷却ユニットの能力を超えない冷却システムとした。

(2)　冷媒を各庫室に分配するディストリビュータの最適化を図り，安定した冷媒供給を実現し，運転率を抑え，消費電力量を低減した。

(3)　４庫室個々の任意な冷却・加熱を可能とするため，大きく変動する冷却負荷に対応する冷媒量制御機構を採用した，信頼性の高い冷却ユニットである。

図４　4 室缶自動販売機の冷却システム



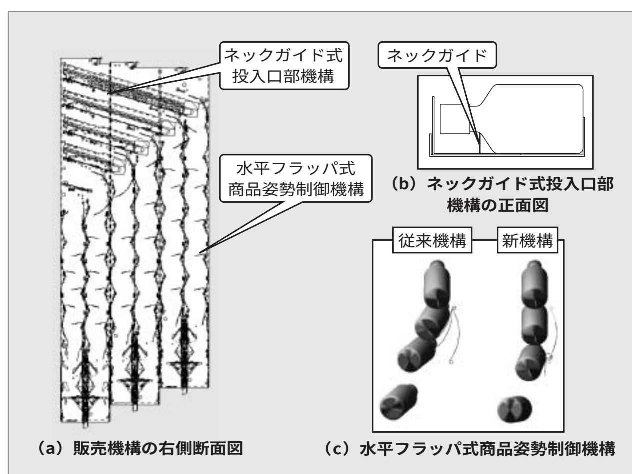
5　販売機構における汎用性向上

近年，飲料業界は，売上高の増大を狙って容器を差別化する動きが活発になり，多種多様な容器が市場展開されている。その中で 300 mL 前後の小型リシール容器が急激に増えてきており，それらをより多く，缶自動販売機で販売できることが望まれている。しかしながら，従来のサーペンタイン式ベンドラックでは，「商品装てん性の悪化」および「通路内での商品立ちによる詰まり」が要因となり，ほとんどの小型リシール商品は販売コラムの限定が販売条件となっており，中には販売できない商品もあった。

今回開発した販売機構では，上記不具合要因を「新方式投入口部機構」「新姿勢制御機構」により抑止している。

○新方式投入口機構：業界初のネックガイド式投入口機構
○新姿勢制御機構：水平フラッパ式商品姿勢制御機構

図５　販売機構における汎用性向上を狙った新機構



6　Shell-D 型たばこ自動販売機

➲関連論文：富士時報 2003.10 p.653-656

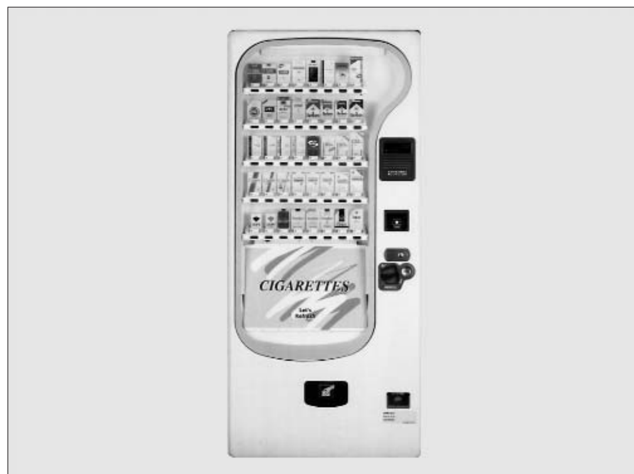
たばこ市場においては，自動販売機の違法設置問題，喫煙規制の強化，およびたばこ税率引上げなどの問題があり，たばこ業界にとって，非常に厳しい状況となっている。また，屋外設置の自動販売機においては，いたずら・破壊問題があとを絶たず，自動販売機運営経費も高まる傾向にある。このような問題に応えるべく，ライフサイクルコスト低減，防盗性能強化および自動販売機オペレーション性の向上を目指したシェルドアデザインのたばこ自動販売機を開発した。主な特徴は次のとおりである。

(1)　曲線的なデザインの一体プレス加工ドア（Shell-D）により防盗性能も向上

(2)　主商品ごとのコラム設定を不要にした新シングルメック商品搬出機構搭載

(3)　2008 年からの成人識別機能搭載に備えた構造

図６　Shell-D 型たばこ自動販売機



自動販売機

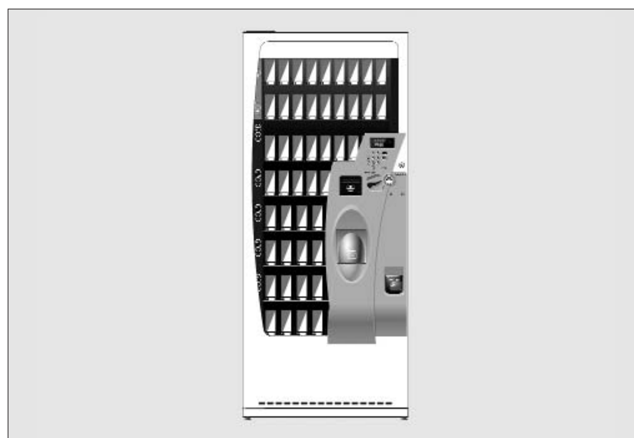
7　新型 View 自動販売機

1997 年から市場に展開してきた View 自動販売機は，さまざまなパッケージの商品を販売できる汎用型飲料販売機として市場に認知されてきたが，今回，市場ニーズの変化を受けてさらに高機能化・高信頼性化を図るべく，フルモデルチェンジ開発を行った。

主な特徴は次のとおりである。

(1)　幅 780 mm のスリムなボディ
(2)　販売口を上部に設けるなど，完全ユニバーサル対応デザイン
(3)　商品に優しい新型コンベヤ式商品搬出システムを搭載
(4)　業界一の大収容量（250 mL 紙パック換算 676 個）
(5)　アタッチメントレス・幅可変式コラム（コラム最大幅 106 mm）構造により，販売商品の汎用性を大幅に向上

図７　新型 View 自動販売機



フードサービス機器

1　アイスコーヒーマシン（ICE-2000）

近年，低価格でおいしいコーヒーを提供するコーヒーチェーン店の増加によりコーヒー市場の拡大が進んでいる。このような中，富士電機ではおいしいコーヒーを大量に抽出し，急速に冷却できる高性能で扱いやすいアイスコーヒーマシンの開発を行った。主な特徴は次のとおりである。

(1)　富士電機独自の急速冷却方式の採用により，約 95 ℃の湯で抽出したコーヒー 5 L を約 10 分で急速冷却
(2)　抽出流量などの設定もマイコン機能により分かりやすく簡単
(3)　設置時にはワゴン車に搭載して運搬ができる業界初の二分割可能構造
(4)　清潔感あふれるステンレス鋼基調デザイン

図８　アイスコーヒーマシン全体図



通貨・カード機器

1　紙幣・硬貨一体型の小型リサイクル精算機

セルフ精算システムは世代，分野を問わず急速に浸透している。幅広い組込みニーズに応えて小型リサイクル精算機を開発した。高さ 303 mm，幅 170 mm，奥行 270 mm とコンパクトながら紙幣（1 万円，5,000 円，2,000 円，1,000 円），硬貨（500 円，100 円，50 円，10 円，5 円，1 円）が利用可能であり，資金の補充回収が容易なカセット金庫を採用した。

(1)　硬貨を起立したまま振り分けする垂直搬送機構
(2)　複数の紙幣スタッカを制御する共有型プッシャ
(3)　軽量硬貨も安定して払い出す揺動加振制御方式

などの新機構の開発により，紙幣容量 450 枚，硬貨容量 765 枚を実現した。

図９　小型リサイクル精算機



通貨・カード機器

2　新型現金玉貸しサンド（TSS317）

パチンコホールでは，高額紙幣が使えるICカードシステムの導入に伴い，従来からの現金システムとの混在が不可欠となり，玉貸しサンドにはレイアウトの自由度が強く求められるようになった。また，人気台の一極集中化とともに遊技台のデザインに奇抜なものが現れてきた。このような状況に応えて，新型現金玉貸しサンドを開発した。

主な特徴は次のとおりである。

(1)　現金用とICカード用サンドを島内に混在できるように，紙幣挿入口に高さ調整機能を持たせた。

(2)　意匠性の高い遊技台に適用できるように，玉出しシュート形状を自在に変えられるようにした。

(3)　ホールにおける消費税対応が可能となるように，パチンコ玉の貸出し単位を5個刻みから1個刻みとした。

図10　新型現金玉貸しサンド（TSS317）



3　Edy対応高額紙幣チャージ機

➲関連論文：富士時報 2003.10 p.661-665

プリペイド型電子マネーサービス「Edy」に対応した，高額紙幣チャージ機を開発した。主な特徴は次のとおりである。

(1)　高額紙幣（1,000円，5,000円，1万円）で，Edyカードにチャージ（入金）することが可能である。

(2)　カード形状以外の媒体への対応も考慮し，カードを置台にセットするだけの簡単チャージを実現した。

(3)　3.5インチのカラーLCDを採用し，視認性のよいガイダンス機能を実現した。

(4)　リサイクル紙幣識別ユニットを搭載し，投入された1,000円紙幣をつり札として使用可能である。

(5)　小型・省スペース化の実現とともに，本体と架台の分離構造により，多様な設置形態を実現可能とした。

図11　Edy対応高額紙幣チャージ機



4　Edyカード対応POS連動決済端末

非接触ICカードタイプの電子マネーカード「Edyカード」で商品決済ができるPOS連動決済端末を開発した。

主な特徴は次のとおりである。

(1)　アンテナ部と制御部の2ユニット構造とし，小型・省スペース化を実現

(2)　カード形状以外の媒体も考慮したアンテナ部構造

(3)　制御部は縦置きでも横置きでも設置可能としたユニット構造

(4)　カードの取扱い・動作状態などの確認が可能なモニタ機能を内蔵

(5)　OLE-POS仕様ドライバの提供により，POSとの接続が容易

（OLE-POS仕様：Windowsをベースにした POSと周辺機器間の業界標準インタフェース仕様）

図12　POS連動決済端末の制御部（上）とアンテナ部（下）



店舗用設備・機器

1　冷凍機内蔵型ホット＆コールドショーケース

飲料市場では，ホット飲料の普及が進んでおり，スーパーマーケットやコンビニエンスストアにおいてもホット機能付きショーケースのニーズが高まりつつある。そこで，簡易設置が可能な冷凍機内蔵型ホット＆コールドショーケースを開発した。主な特徴は次のとおりである。

(1)　運転モードを，①オールコールド，②オールホット，③ホット＆コールドの 3 モード切替可能としたことで，四季を通じてさまざまな販売形態に対応することができる。

(2)　全段潤滑塗装付き傾斜スライド棚の採用により，商品の前出し作業および補充作業の容易化を図った。

(3)　単相 100 V 仕様やキャスタ装備のほか，タンクによる排水作業の必要がないドレイン水強制蒸発機構を装備することにより，取扱い性を向上させた。

図 13　冷凍機内蔵型ホット＆コールドショーケース



2　スーパーマーケット向け新型冷凍多段ショーケース

スーパーマーケット業界では，コールドチェーン技術の発達により，冷凍食品はメインの商品カテゴリーとして確立され，冷凍食品を展示するショーケースにも展示性向上と，より高精度な温度管理が強く求められている。そこでこれらのニーズに対応するためスーパーマーケット向け新型冷凍多段ショーケースを開発した。

主な特徴は次のとおりである。

(1)　ケース背面を傾斜構造からストレート構造にすることにより，商品搭載量を 15 %増やした。また，ひな壇陳列も可能な構造とした。

(2)　吹出口にスリットエアカーテン層を設けてエアカーテンを 4 層化することにより環境変化対応力を強化し，庫内の温度ばらつきを抑制した。

図 14　スーパーマーケット向け新型冷凍多段ショーケース



3　小型システム店舗「アール・キューブ」

アール・キューブは，主に 3 坪以下の食にかかわる小型店舗を対象に開発した仮設型システム店舗である。その構成は，床ユニット，壁ユニット，天井ユニットからなり，標準化した各部材の組合せにより数種類のバリエーションを持つ。あらかじめ工場で生産された各部材を現地で組み立てるノックダウン工法により，着工（前工事含まず）から開店まで最短一日という短工期出店が可能であると同時に，万が一の撤退に対しても短工期でスクラップ＆ビルド（リユース）が可能である。また，標準化した店舗部材の工場生産と短工期により出店・撤退時のイニシャルコストを低減できる。このように短工期，リユース，ローコストといった特徴を持った本製品は，環境変化の激しい食にかかわる小型店舗の出店投資リスクの軽減に有効なシステム店舗である。

図 15　レジャー施設での導入事例



富士電機グループの「技術の核」として，高い技術に挑戦



原嶋　孝一（はらしま　こういち）
富士電機アドバンストテクノロジー株式会社
取締役社長

新年あけましておめでとうございます。皆様方には佳き新春をお迎えのこととお慶び申し上げます。

富士電機アドバンストテクノロジー株式会社は，2003年10月1日に富士電機の研究開発部門を統合して発足いたしました。コンポーネントや基礎研究中心の株式会社富士電機総合研究所，情報・通信・制御技術の事業開発室，製造技術の生産技術研究所を富士電機アドバンストテクノロジー株式会社に統合し，富士電機グループの技術全体の研究開発を行うことになりました。コンポーネント，情報・通信・制御技術，製造技術の融合を図り，ビジネスに貢献する研究開発，研究開発のスピードアップ，高い技術への挑戦が大きな方針です。

今年は，中期計画の2年目にあたります。中期計画の柱となっている中期研究開発計画は重点機種を絞って新製品の上市計画と研究開発の整合を図ること，競争力のある新製品を生み出していくために必要なコア技術の強化を図っていくことがポイントになっています。これを達成するには，各事業会社との緊密な連携による商品企画と資源の集中により短期間に開発を完了することが重要になります。また，競争力のある商品は差別化された技術により生まれるものであり，基礎研究を充実してコア技術の深化を図るとともに技術の裾野の拡大を目指していきます。

研究開発としては，膜沪過による高度水処理システム，バイオ技術を核にした有機性廃棄物メタン発酵発電システム，生産現場の制御・監視などの現場系情報制御技術を核に上位の経営情報までを垂直統合させた新しい情報ソリューション，パワーデバイス技術と大容量電力変換技術をコア技術とした無停電電源装置（UPS），変圧整流装置，無効電力補償装置，高圧インバータ，汎用インバータ，電磁開閉器・低圧遮断器など低圧器具のグローバル化対応，薄ウェーハ・トレンチをコア技術としたパワーデバイス（IGBT，MOSFET），電源IC，磁気記録媒体の垂直磁気記録技術，省エネルギー対応の自動販売機，非接触ICカード機器システムなどを重点的に取り組んでいく考えです。

次代を担う燃料電池，太陽電池，有機発光素子などの新事業についても，開発，事業化の加速を図り早期に売上げに貢献することを目指します。

これらの研究開発・製品化の加速のために，微視解析技術の一層の高度化を進めるとともに，計測評価技術に基づいたシミュレーション技術の高度化の取組みを進めていき，やり直しのない効率的な研究開発を進めます。また，研究開発時点から製造技術面の取組みを強化してスムーズな製品化を図ることにより，製品化初期からの高品質，高信頼性を確保し高収益な製品を目指します。

また，中期計画のもう一つの柱である原価削減計画に関しても，工場部門を設計技術，製造技術の面で積極的に支援し実効ある取組みをしていきます。

技術力が富士電機グループの力の源泉であり，富士電機アドバンストテクノロジー株式会社がその中心になって貢献していく所存です。

技術開発・生産技術



電子デバイス
パワーエレクトロニクス
メカトロニクス・センサ
情報・通信制御
環境・新エネルギー
材料技術
解析技術
生産技術

展　望

研究開発部門は，2003年10月に基礎研究や次世代技術開発を担ってきた(株)富士電機総合研究所を母体として，富士電機の情報関連システムなどの開発部門と生産技術研究開発部門を統合し，富士電機アドバンストテクノロジー(株)を設立した。富士電機グループが得意とするコア技術の強化と，差別化された新商品の市場投入を加速させるべく，中期的な視野に立った技術開発ロードマップをもとに研究開発を行っている。

電子デバイス分野では，現在開発中の新デバイスの商品化開発に注力した。マイクロ電源は，高耐圧MOSトランジスタの内蔵により，昇圧型・反転型の2種類のモジュールを開発した。電源ICでは，新型トレンチ構造により出力オン抵抗を半分に低減したトレンチ横型パワーMOSを開発した。また，AC-AC直接変換方式のキーデバイスとなる1,200V級逆阻止IGBTを世界に先駆けて開発した。磁気記録媒体では，絶縁材料である酸化シリコンの添加で媒体ノイズを低減させることに成功し，超高密度が期待されるCo/Pt多層膜の実用化に大きく前進した。

パワーエレクトロニクス分野では，高効率・高機能なパワーエレクトロニクス応用製品の開発を進め，逆阻止IGBTを用いた直接変換技術，回路の高効率化，ソフトスイッチング回路技術，低圧IGBTの直列接続技術を開発した。また，システム同定技術を開発し，サーボのオートチューニングや自己調整の実現に大きく前進した。

メカトロニクス・センサ分野では，シミュレーションを用いた熱冷却解析技術により，自動販売機の省エネルギー化，パルスチューブ冷凍機の小型化と長寿命化を図った。また，菌の高速増殖技術と独自の光学技術，画像処理技術により，培地の菌数を迅速に測定する飲料用検査技術を開発した。

情報・通信制御分野では，従来のメンテナンスやアフターサービスだけではない新しいサービスを目指し，メタヒューリスティクス手法を用いたシステム運用の最新最適化技術，組込みJavaプラットフォーム上で動作するSOAP適用技術，ネットワークに接続されたUPSの統合監視システム，無線を利用した情報案内システムを開発した。

環境・新エネルギー分野では，有機性廃棄物資源化，燃料電池・太陽電池の開発に取り組んだ。有機性廃棄物資源化では，0.5t/日の生ごみをメタン発酵処理するパイロットプラントの実証運転を開始した。固体高分子形燃料電池は，世界最高レベルの発電効率，本体容積の出力1kWの二次試作機を開発した。りん酸形燃料電池は，寿命向上によりメンテナンスコストの大幅削減を図った。アモルファス太陽電池は，軽量性の特徴を生かして業界最大級の金属屋根一体型太陽電池モジュールの試作品を完成させた。

材料技術分野では，新機能材料の開発に取り組んだ。有機ELディスプレイは，多層配線技術によりパッシブマトリックス駆動パネルで130ppi（ピクセル/インチ）の精細度を実現し，色変換方式パネルの優位性を示した。また，磁気部品を小型化するナノフェライト被覆磁性材料，ドープした白金の分散性に優れた金属複合酸化物系触媒，有機材料として世界最高のスイッチング電圧20Vを達成した有機双安定素子，コンビナトリアル手法を用いたナノレベル制御による酸化物新材料探索，SiCウェーハの結晶品質の向上を目的としたエピタキシャル成膜による低欠陥SiC結晶技術，燃焼時にダイオキシンを発生しない独自の反応型ノンハロゲン難燃剤の開発を進めた。

解析技術分野では，デバイスの微視解析として放射光施設SPring-8を利用したシリコンの高感度ひずみ計測技術や媒体の磁性層ナノレベル結晶解析技術，断面加工と撮影を交互に行い三次元形態情報を得る解析技術，ナノサイズで薄膜界面の形態・構造観察，組成分析を短時間で行う走査透過電子顕微鏡（STEM）解析技術，トレンチ構造の最適化に関する評価・解析技術を開発した。また，積分要素法による零相変流器の電磁界解析技術を開発した。

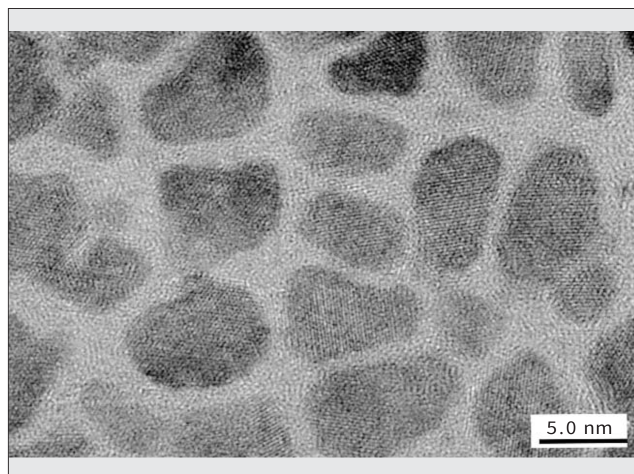
生産技術分野では，新しい溶接・接合技術，組立自動化，環境経営情報のデータベース化に取り組んだ。使用条件の異なる蒸気タービンの異種材料溶接技術，複合加工と精密組立の自動化技術，Webブラウザを利用した環境経営情報管理システム，インジウム膜を拡散材として用いた銅の低融点でのフラックスレス直接接合技術を開発した。

電子デバイス

1　$CoSiO_2$/Pt 多層膜垂直磁気記録媒体

図は金属のみによって構成されていた従来の Co/Pt 多層膜に絶縁材料である酸化シリコンを添加した $CoSiO_2$/Pt 多層膜の透過電子顕微鏡写真である。金属と電気的な性質のまったく異なる絶縁材料の添加によって，記録層を構成する結晶粒子の微細化と粒子間相互の磁気的な分離性という，記録媒体に求められる特性を同時に向上させることが可能となった（磁性粒子平均粒子径 5.2 nm，平均粒界幅 2.0 nm）。富士電機では，$CoSiO_2$/Pt 多層膜を今後の超高記録密度のハードディスクドライブ用記録媒体と位置づけ，原子レベルの構造制御により開発を進めている。材料としての熱安定性は非常に高いが結晶粒子の分離性が低く，媒体ノイズを低減させることが困難と考えられていた Co/Pt 多層膜の開発を実用化に向けて大きく前進させることができた。

図１　$CoSiO_2$/Pt 多層膜の透過電子顕微鏡写真

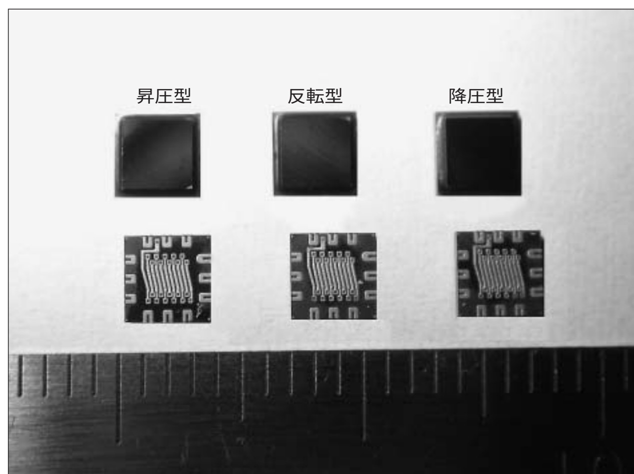


2　昇圧型・反転型・降圧型マイクロ電源

携帯機器の小型・薄型化を実現するための超小型スイッチング DC-DC コンバータを開発している。薄膜インダクタと高速スイッチング制御 IC と低オン抵抗の出力 MOS トランジスタを一体化したマイクロ電源モジュールである。今回，高耐圧 MOS トランジスタを内蔵することにより昇圧型，反転型の２種類の新しいマイクロ電源モジュールを開発した。この結果，外付け部品としてインダクタを付加しなくてもスイッチングレギュレータに求められる三つのトポロジーを実現することが可能になる。すべて 3.5 mm × 3.5 mm × 1.0 mm と小型の同一サイズで実現しており，システムの小型化に大きく寄与することができる。

○昇圧型：出力電圧 14 ～ 16 V，最大出力電流 20 mA
○反転型：出力電圧－14 ～－16 V，最大出力電流 20 mA

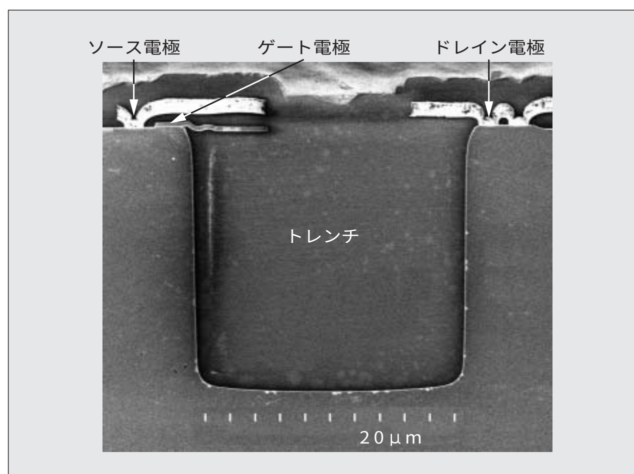
図２　昇圧型・反転型・降圧型マイクロ電源



3　700 V トレンチドレイン横型 MOS デバイス技術

新しいトレンチ構造により出力オン抵抗を半分以下（当社比）に低減できる 700 V クラス高耐圧 MOS 技術を開発した。従来技術では，シリコン基板表面のごく浅い領域に高耐圧を維持するための構造（オフセットドレイン領域）を設けており，デバイスピッチ縮小に限界があった。そこで今回，シリコン基板に酸化物を充てんした溝（トレンチ）を形成し，オフセットドレイン領域をトレンチに沿って設ける構造とした。これにより基板を立体的に活用することで集積度を高め，低オン抵抗化を実現した。この技術を用いることで，高耐圧 MOS と低耐圧制御回路が同一シリコン基板上に形成されたワンチップパワー IC が実現でき，AC アダプタなど，電子機器の小型軽量化・低価格化が可能になる。

図３　700 V トレンチ横型 MOS の断面 SEM 写真

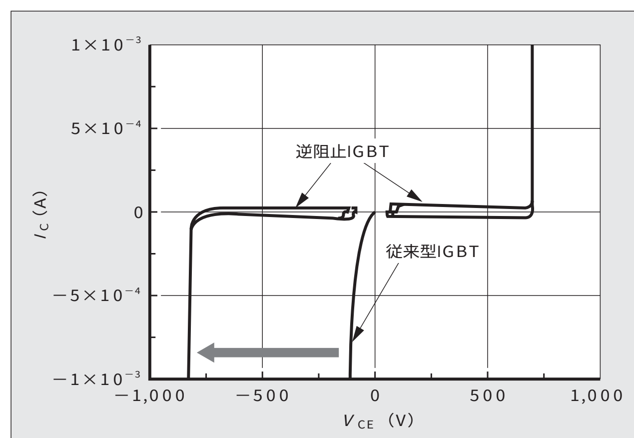


電子デバイス

4　マトリックスコンバータ用逆阻止 IGBT

マトリックスコンバータを構成するためには，双方向スイッチが必要だが，逆阻止 IGBT を使うことで構成を簡素化でき，さらにコンパクトで低損失な回路とすることができる。富士電機では，これまで IGBT 用に開発した薄ウェーハプロセス技術と，深い拡散技術を融合することによって，逆耐圧を有する IGBT を開発している。図には 600 V 素子の耐圧波形を示しており，双方向に十分な耐圧を維持している。さらに 1,200 V の逆阻止 IGBT も同時に開発しており，国内，海外のユーザーへ向けて，最適なデバイスを提供できるように技術開発を進めている。

図４　600 V の逆阻止 IGBT の耐圧波形



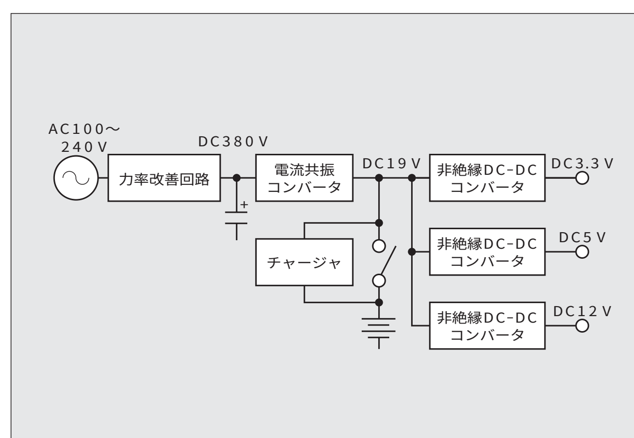
パワーエレクトロニクス

1　高効率直流バックアップ電源

サーバコンピュータなど高信頼性が要求される情報通信機器への給電には，バックアップ電源が必要となり，一般的には商用交流を出力する方式が使用される。しかしながら情報通信機器の内部電源は直流供給であり，直流出力によるバックアップ方式が信頼性，運転効率，コストなどの点で有利である。富士電機では，力率改善回路，電流共振コンバータおよび非絶縁 DC-DC コンバータをそれぞれ高効率化し組み合わせることで，電力変換効率が大幅に向上した 300 W 出力の直流バックアップ電源を開発した。

今回開発した方式は，定常運転時効率 80 %，バックアップ運転時効率 85 %であり，従来方式（商用出力方式＋内部電源）に対して，5 〜 10 %の高効率化と 65 %の小型化を達成した。

図５　高効率直流バックアップ電源のシステム構成

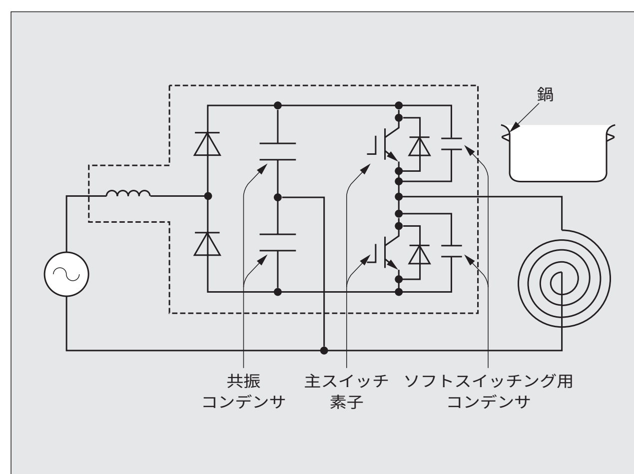


2　AC-AC 直接変換方式 IH インバータ

近年，裸火を使わない安全性や高火力出力，衛生管理の容易さなどを背景に，IH（Induction Heating）調理器が厨房（ちゅうぼう）で使われるようになってきた。普及が進むにつれて使用する鍋の種類が増え，IH インバータには鍋の材質や形状に依存しない加熱特性と高効率化，低ノイズ化が要求されている。この要求に対し富士電機では，AC-AC 直接変換方式 IH インバータを開発した（入力電圧 200 V，入力電力 2.5 kW）。

今回開発した回路は，加熱コイル電圧の調節範囲が広く，これまで以上にさまざまな材質，形状の鍋を加熱できることを特徴とする。また，幅広い出力電力範囲においてソフトスイッチング動作とすることで，主スイッチ素子の損失を従来に比べ 25 %低減し，約 90 %の熱効率と低ノイズ化を実現した。

図６　AC-AC 直接変換方式 IH インバータの回路構成



パワーエレクトロニクス

3　代数処理によるシステム同定技術

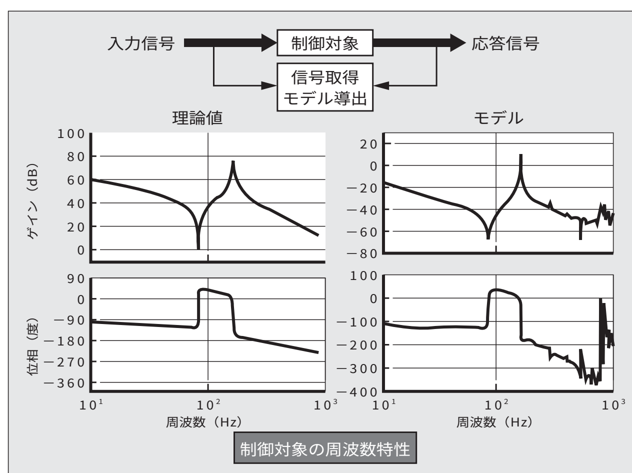
搬送機器，各種製造装置に適用されるインバータやサーボシステムにおいて，位置・速度制御の高速・高精度化が求められている。この実現には，制御対象の時々刻々変化する特性に合わせた制御最適化のためのモデリング手法が重要となっている。

富士電機は，最小二乗法を応用した自律的なシステム同定技術の研究を進めており，次のような特徴を有したアルゴリズムの開発を行った。

(1)　制御用センサの信号のみを用いる。
(2)　時間・周波数領域併用演算により，低次数で正確なモデリングが可能である。

今後は，同定モデルを利用した制御系設計の最適化技術，他のパワーエレクトロニクス機器への応用を検討する。

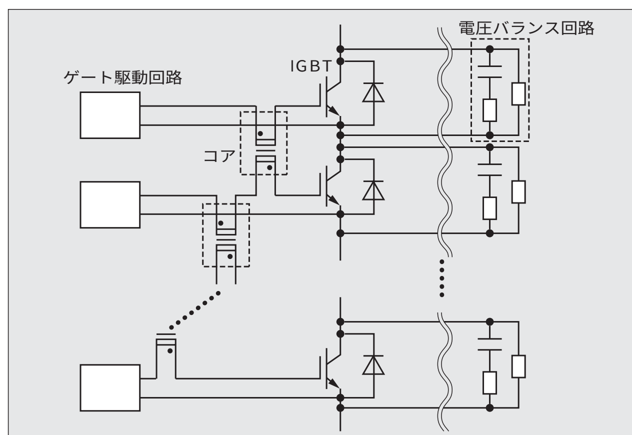
図7　サーボシステム特性同定結果



4　高圧変換装置コンポーネント

富士電機では高圧電力変換回路の小型・高性能化を実現するために，汎用 IGBT の直列接続技術を開発した。これは，各ゲート線にコアを接続してスイッチングタイミングのばらつきなどによって発生する過渡時の素子電圧アンバランスを抑制し，その他の電圧アンバランスは，電圧バランス回路によって抑制する方式である。この回路技術を用いて 1.2 kV 耐圧 IGBT を 4 直列接続した三相インバータ（直流電圧 2,400 V）を構成し性能評価した。その結果，全パルス領域において素子電圧を良好にバランスさせることができた。また素子発生損失の低減が可能であるため，スイッチング周波数を 5 kHz 程度まで増加させることができ，回路の高性能化が実現できた。さらにコストに関しても，大幅な低減が期待できる。

図8　IGBT 直列接続方式を示した回路構成



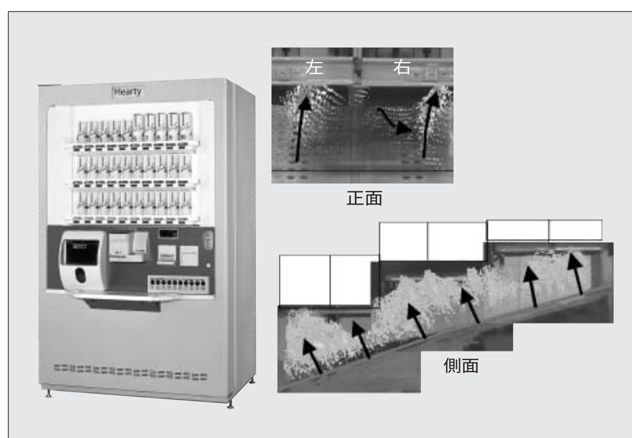
メカトロニクス・センサ

1　自動販売機の省エネルギー技術

➲関連論文：富士時報 2003.10 p.644-648

瓶・缶自動販売機は，庫内に設置された蒸発器やヒータで冷却加熱された空気をファンにより循環することで商品を加熱冷却している。省エネルギー化のためには，自動販売機内部の流れや熱移動を把握し制御することが重要である。富士電機では，自動販売機内のファン風速特性を三次元可視化によりデータベース化し，シミュレーションモデルに組み込むことで熱流体挙動解析技術を確立した。これを用いて，圧力室による直進性の高い吹出し方式を開発した。本方式は，必要な商品のみに風を当てる構造のため，不要な構造部材への熱ロスを小さくできる。さらに，商品ごとに風量を変えることができるため，商品温度ばらつきを小さくすることができ，省エネルギー化が可能となった。

図9　自動販売機庫内の気流可視化例

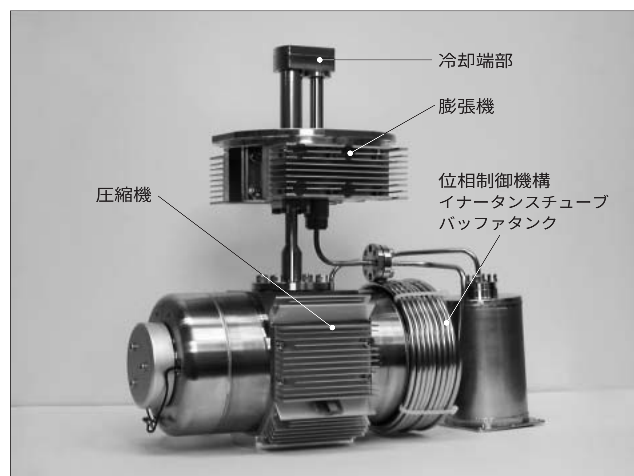


メカトロニクス・センサ

2　ユーザビリティを向上させたパルスチューブ冷凍機

民生用として開発したインライン型パルスチューブ冷凍機をベースとして，よりユーザビリティを向上させたリターン型パルスチューブ冷凍機を開発した。冷却端部が先端にあり，被冷却体を取り付けやすいことが特徴である。冷凍出力は 2.5 W（低温端温度　77K 時）で消費電力は 100 W，設計寿命は 50,000 時間，全質量は 12 kg である。圧縮機の寸法は外径 96 mm，長さ 190 mm であり小型化も達成している。膨張機は可動部を持たず，圧縮機はリニア可動部の支持機構に板ばねを採用した非接触対向ピストン型で構成しているため，低振動で長寿命という特徴を有している。このため，民生用では通信分野などの高温超電導デバイスの冷却や医療用に，宇宙用では赤外線デバイスの冷却用など幅広い用途への適用が可能である。

図 10　リターン型パルスチューブ冷凍機



3　微生物迅速検査技術

食品や製薬など多くの分野で微生物汚染が問題になっている。従来の検査は，結果を得るまでに長時間を要することから，検査の迅速化が求められている。

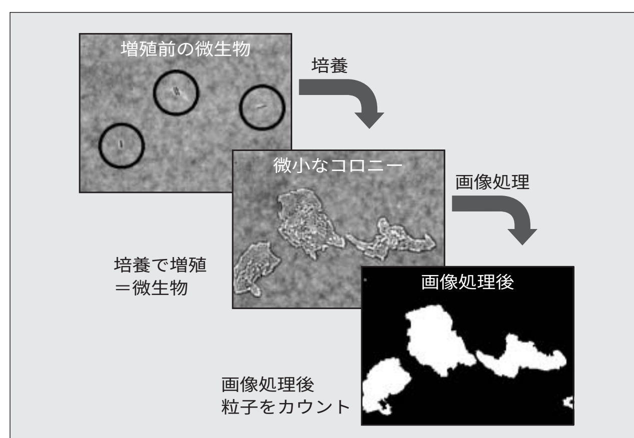
富士電機では，特に飲料を対象として，異臭味や外観事故の際に汚染原因となる微生物の迅速検査技術を開発している。計測原理としては，試料を寒天培地で培養し，時間経過に伴って増殖する粒子を微生物と認識している。

主な特徴は次のとおりである。

(1)　飲料の汚染原因となる耐熱性，耐酸性を有する細菌や真菌を検査対象としている。

(2)　細菌，真菌の高速増殖技術と，微細形状を検出できる独自の光学技術および画像処理技術によって，培地上に形成されるコロニーの迅速検査を達成した。

図 11　微生物の計測原理

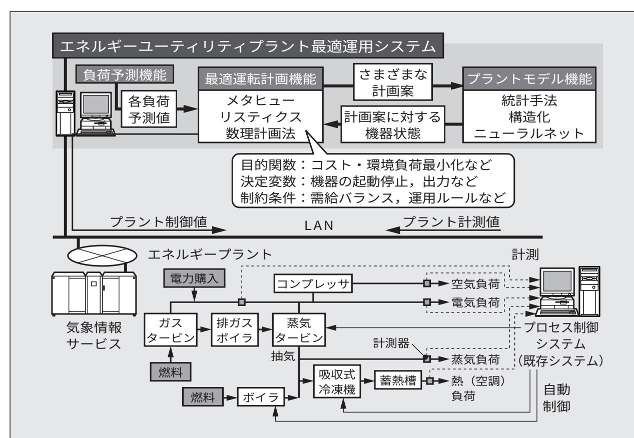


情報・通信制御

1　最新最適化技術による顧客ソリューション

近年，数式化困難な現場の運用上の制約や外部シミュレーションツールなどを容易に扱え，かつ実用上十分な精度の解を短時間に求め得る近似解法として，メタヒューリスティクス（Meta-Heuristics：MH，発見的知識に基づく最適化アルゴリズムの一般的枠組み）が注目されている。富士電機は，遺伝的アルゴリズム，タブサーチなど従来手法に加え，連続量と離散量を同時に扱うことが可能な最新 MH 手法である Particle Swarm Optimization の実用化技術を開発するとともに，非線形安定性理論を応用した独自の最新最適化手法を開発している。これらの最適化手法を用いて，各種運用費（燃料費，メンテナンスコスト）削減，省エネルギー，制御系最適調整など，さまざまな顧客ソリューションを実現している。

図 12　エネルギーユーティリティプラント最適運用への適用例



情報・通信制御

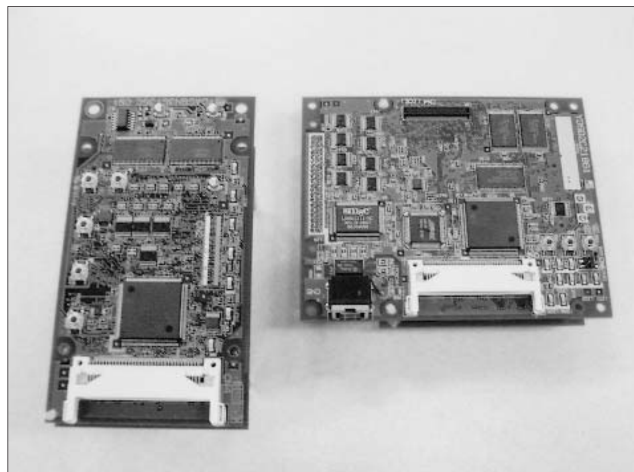
2　Java によるサービスシステム技術

リモートセンタから組込み機器を監視・制御する用途向けに，組込み機器用途向け Java プラットフォーム上で動作する「組込み SOAP ミドルウェア」を開発した。

SOAP（Simple Object Access Protocol）1.1 に準拠した RPC（Remote Procedure Call：遠隔手続き呼出し）に対応しており，リモートセンタとの通信ソフトウェア開発が容易になり，効率化する。

組込み機器用途向け Java プラットフォームは，DoPa，PHS などによる回線接続（写真：左），Ethernet 接続（写真：右）の 2 タイプあり，監視・制御対象となる組込み機器にアドオンすることで，目的とする SOAP サービスなどのアプリケーション機能を Java 言語により実現することができる。

図 13　組込み機器用途向け Java プラットフォーム



3　UPS 統合監視システム

サーバ用途の UPS では，複数の UPS が地理的に分散して設置するケースが増大してきている。従来，個別で UPS を管理してきたが，管理・運用コストを削減するために，複数の UPS を統合的に監視・設定する UPS 統合監視システムを開発した。特徴は次のとおりである。

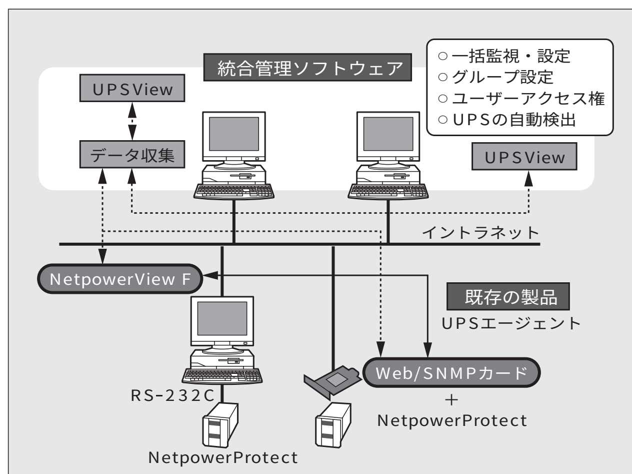
(1)　ネットワーク経由で，複数の UPS の一括監視と設定が可能

(2)　複数の UPS に対して，監視対象ごとにグルーピングを行い，グループ単位での一括設定・操作が可能

(3)　ユーザーごとに，監視・設定可能なグループへのアクセス権の設定が可能

(4)　ネットワークに接続された UPS を自動検出し，監視対象として登録することが可能

図 14　UPS 統合監視システムの構成

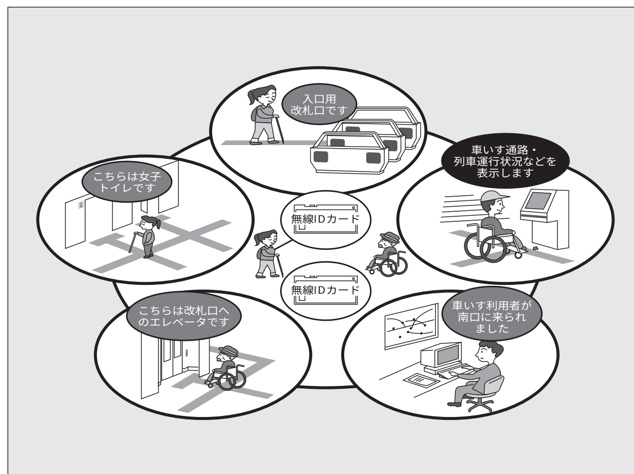


4　無線 ID カードによるネットワーク型情報案内システム

ネットワーク型情報案内システムは，視覚・聴覚に障害のある方，車いすを使用する方，高齢の方にあらかじめ所定の無線 ID カードを携帯していただくことにより，駅やビルなどで安全な誘導を実現するシステムである。無線 ID カードは，無線を利用して携帯者の制約内容に応じた ID コードを発信しており，要望に合わせた案内を音声や表示で提供する。施設内から街へ機器のネットワークを構築することで，「点から線へ」動線を意識した多様なアプリケーションの実現が可能になる（図参照）。

○ID コード識別による，きめの細かい情報提供
○付近の施設の状況や進行方向の的確な提供
○列車の運行状況などのリアルタイムな情報の提供
○エレベータなど移動用装置と連動し，自動呼出しを実現

図 15　システムイメージ図



環境・新エネルギー

1　食品廃棄物メタン発酵発電システム

➲関連論文：富士時報 2003.2 p.129-132

食品廃棄物からメタンガスを取り出し燃料電池などで発電をするメタン発酵発電システムの開発を進めている。このシステムの中核であるメタン発酵システムについて，前処理技術，メタン発酵技術，廃液処理技術の一連のシステム開発を進めている。メタン発酵は，菌相解析を基にして高速化と安定制御技術の開発を進めた。廃液処理は，高効率で窒素分を除去できる亜硝酸型処理システムを安定して運転制御する技術開発を進めた。

これらの技術について，食堂から排出される生ごみを1日に20 kg処理するミニプラントを自社工場内に設置して，実証を行っている。さらに，学校給食から排出される生ごみを，1日に0.5 t処理するパイロットプラントを設置して実証運転を開始した。

図16　食品廃棄物メタン発酵ミニプラント



2　りん酸形燃料電池の長寿命化

りん酸形燃料電池（PAFC）スタックの長寿命化技術を開発した。発電部であるスタックの寿命は，電解液のりん酸が運転に伴い飛散・減少し，一部セルのりん酸量が最低必要りん酸量に達するまでの時間（りん酸保持時間）で決定される。現在のスタックのりん酸保持時間は4万時間であるが，スタックを構成する各セルの構造を最適化することにより6万時間に延長することができた。りん酸形燃料電池発電装置はスタック交換を含めたオーバホールを行い装置寿命の15年間，運転を継続するよう設計されている。現在は5年ごとにオーバホールを2回実施する設計になっているが，今回の成果により1回のオーバホールで済むことになり，メンテナンスコストの大幅な削減が可能となる。

図17　富士電機能力開発センターで稼動中の燃料電池発電装置



3　金属屋根一体型太陽電池モジュール

2003年度の太陽電池の国内生産は，500 MWを超え，一般住宅用の太陽光発電システムを中心に大きく普及が進んできている。富士電機では，フィルム基板アモルファスシリコン太陽電池の軽量性を生かした，業界最大級の面積を有する金属屋根一体型太陽電池モジュールの試作品を完成させた。試作品の外形寸法は，幅0.5 m×長さ4.0 m×厚さ2 mm（端子部除く）で，0.8 mm厚の鋼板を使用した場合の質量は約16 kgであり，太陽電池部分の質量は2 kgである。さらに公称最大出力は96 Wである。

試作品の特徴は，①軽量で大面積，②高いモジュール電圧（DC320 V），③フィルム基板のためフレキシブルで曲面設置が可能などである。今後さらに用途開発・信頼性評価を進め製品化を図る計画である。

図18　金属屋根一体型太陽電池モジュール試作品



材料技術

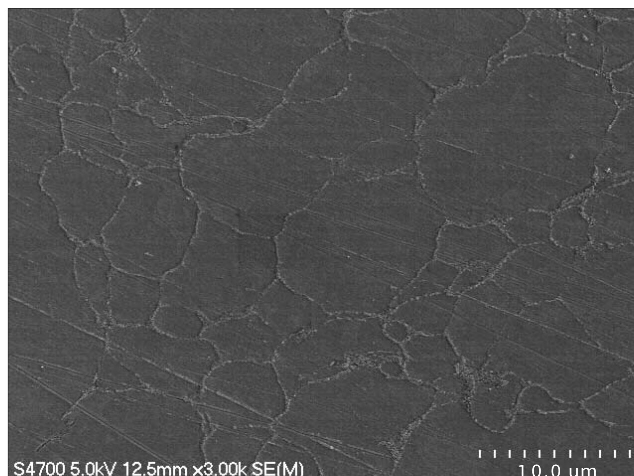
1　ナノフェライト被覆磁性材料

近年，電子機器はますますの小型・高性能化が求められている。そのため，電子機器部品の中で大きな体積を占めている磁気部品の小型化・高性能化が必須である。

富士電機では，磁気部品用の新しい磁性材料として，ナノフェライト被覆磁性材料を東京工業大学阿部正紀教授と共同開発している。ナノフェライト被覆磁性材料とは，金属磁性粒子の周囲にフェライトを数十ナノメートルで被覆した粒子を用いて成形した複合磁性材料である。金属粒子間にフェライト被膜があることにより，磁気特性を維持しつつ損失原因となる渦電流の発生を防ぐことができる。

この材料開発により，高周波での高飽和磁気特性，高透磁率を両立することができ，磁気部品の小型化（体積 1/2）を行うことができる。

図 19　ナノフェライト被覆磁性材料の電子顕微鏡写真

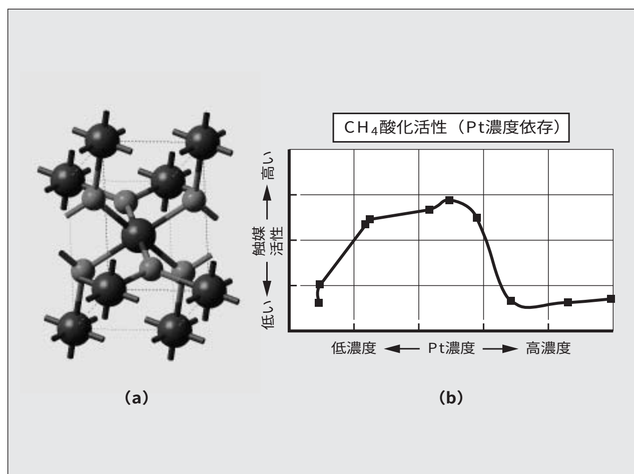


2　金属複合酸化物系触媒

酸化すず（SnO_2）は，ルチル結晶構造の金属酸化物で，センサ材料や透明電極材料として広く用いられている n 型半導体材料である。富士電機は，スパッタ法で酸化すずに白金（Pt）を高濃度にドープした薄膜を作成することにより，優れた酸化活性を有する触媒材料を開発した。

この材料の結晶は，SnO_2 の Sn の一部を Pt で置換した構造であると考えられ，Pt の分散性がよく凝集が起こりにくいという特徴を有している。図(a)は，この金属酸化物系触媒の結晶構造を示す模式図，図(b)は，Pt 濃度と CH_4 酸化活性の関係を表す。このような触媒活性の Pt 濃度依存性の特異的な挙動と結晶構造の関係を明らかにするために，現在，世界一の放射光施設である SPring-8 を使った X 線解析実験を進めている。

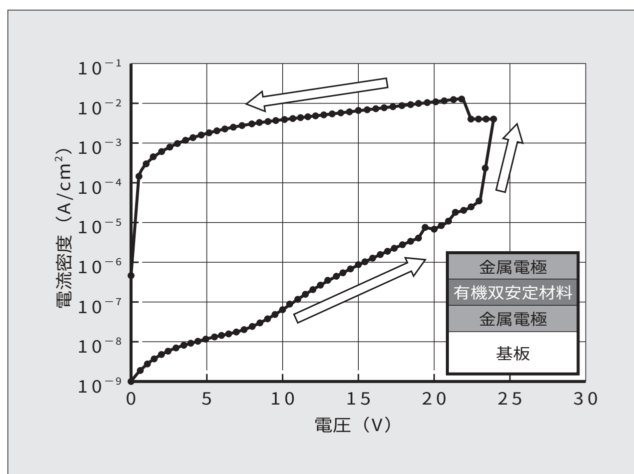
図 20　結晶構造模式図ならびに Pt 濃度と CH_4 酸化活性の関係



3　有機双安定素子

特定の化学構造を有する有機材料において，一つの電圧値に対して二つの安定な抵抗値が存在する双安定特性が観測される。富士電機では，この特性を応用したデバイス開発を進めている。このデバイスは，有機材料を原料として用いるため低温プロセスで大面積素子の製造が可能であり，ディスプレイパネルのスイッチング素子などへの適用が有望視されている。この用途には，オフ状態からオン状態へのスイッチングの電圧が高く，かつオン状態での電流密度が高いことが必要とされる。富士電機は，独自に開発した有機材料を用いることにより，この種のデバイスでは世界最高となるスイッチング電圧 20 V を達成した。図にはその特性例を示す。同様の材料により高密度メモリの可能性も見いだしており，実用化を目指して開発を推進中である。

図 21　有機双安定素子の構造と特性例



材料技術

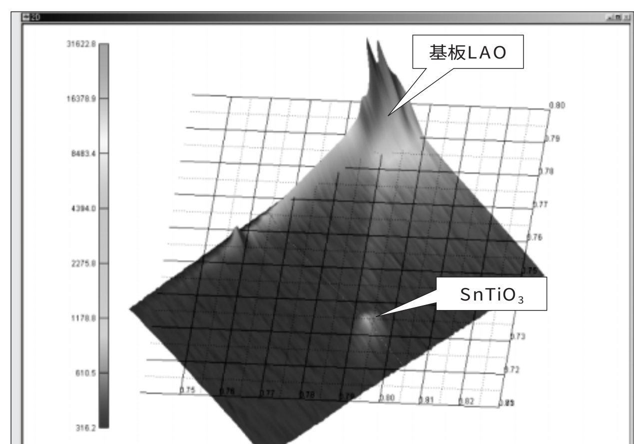
4　ナノレベル制御による酸化物新材料探索

関連論文：富士時報 2003.4 p.241-245

近年，材料探索を超高速化・超高効率化する方法として，1 枚の基板上にマスクを用いて複数の元素を任意の比で混合し化合物を合成・評価するコンビナトリアル手法が注目されている。富士電機では，製品の材料面での差別化を目的に，同手法による材料探索に取り組んでいる。

現在，広く使用されている強誘電体材料の多くは人体に有害な鉛（Pb）を含む酸化物であることから，環境を考慮し，非鉛で高誘電率を有する材料を探索した。第一原理計算による物性予測を行った結果，新材料のチタン酸すず（$SnTiO_3$）が高性能な強誘電体材料になる可能性を見いだした。コンビナトリアル手法で成膜，X 線回折による構造解析を行った結果，ある条件で $SnTiO_3$ と思われる X 線ピークが得られ，新材料合成の糸口を得ることができた。

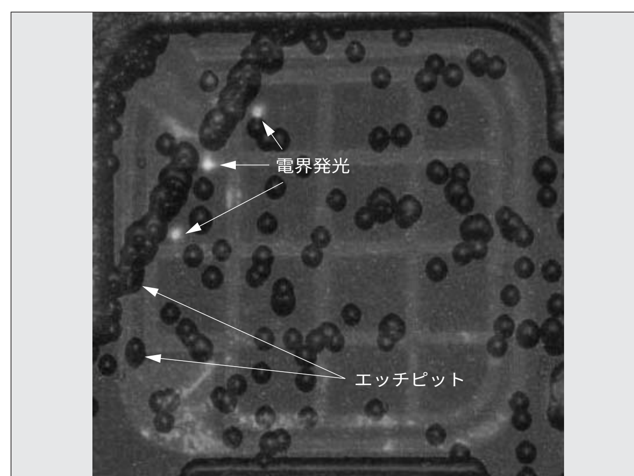
図 22　ランタンアルミ酸化物（LAO）単結晶基板上に形成した $SnTiO_3$ 薄膜の X 線解析結果



5　エピタキシャル成膜による低欠陥 SiC 結晶

SiC は Si と比較して，3 倍程度のバンドギャップ，約 10 倍の破壊電界強度という優れた物性を有し，そのデバイスは高温動作，オン状態での抵抗低減などの優れた特性を持つ。また，冷却システムの小型化，スイッチング損失低減，高周波数動作などシステムにおける特性向上も期待される。目下の課題は，結晶欠陥による素子特性の劣化である。(財)電力中央研究所と共同研究を行い，SiC ウェーハ上へのホモエピタキシャル成長を行い，そのエピタキシャル膜の結晶品質の向上に取り組んでいる。図は，エピタキシャル膜の KOH エッチングにより現れるエッチピット（結晶欠陥）と試作した pn ダイオードの電界発光像（デバイスリーク点）とを重ねた例である。素子特性に影響する結晶欠陥をまず識別し，その低減を目指している。

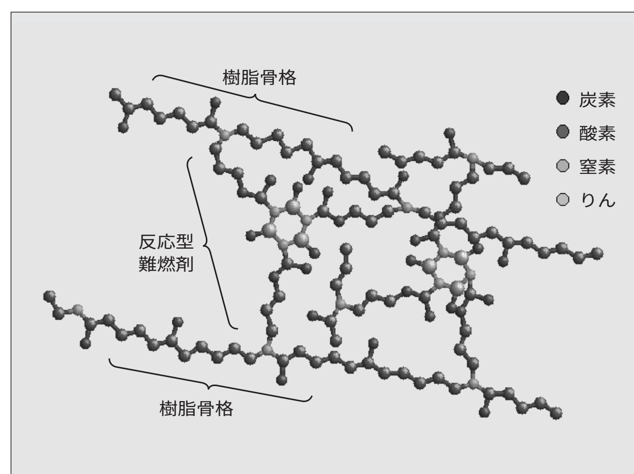
図 23　エッチピット像と pn ダイオードの電界発光像



6　反応型ノンハロゲン難燃剤

富士電機の製品の樹脂加工品は，UL94 規格で V-1 以上の難燃強化仕様が 60 %以上を占め，主にハロゲン系難燃剤や赤りん系を使用している。ハロゲン系難燃剤は焼却時にダイオキシンなどが発生，赤りんは危険ガスが発生し有害である。EU の WEEE&RoHS 指令により 2006 年 7 月から特定物質の使用禁止あるいは回収義務づけが決定し，環境に対する規制がますます進むと考えられ，富士電機としても至急対応しなければならない。現在のノンハロゲン系難燃剤は樹脂中に多量に添加分散しなければならず，本来の樹脂物性（機械的，熱的，電気的など）の悪化やブリードといったトラブルが発生する。そこで，熱あるいは放射線により樹脂骨格と反応し網目構造を形成する独自の反応型ノンハロゲン難燃剤を開発し，難燃効果および樹脂骨格との反応性を確認した。

図 24　反応型難燃剤と樹脂分子構造モデル

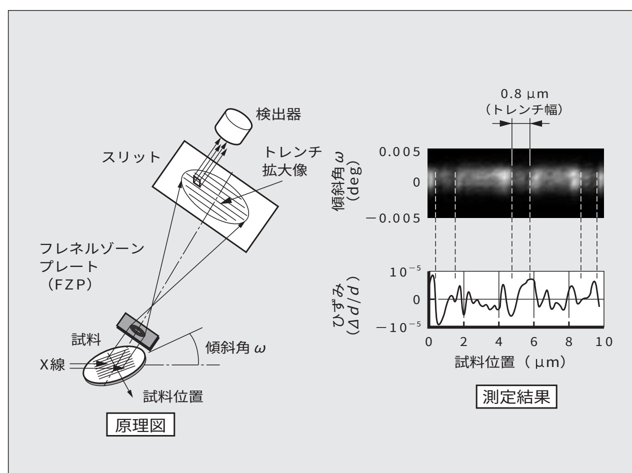


解析技術

1　高感度ひずみ計測技術

富士電機は放射光施設 SPring-8 の高輝度光源を利用し，結晶のひずみ測定において，空間分解能 1 µm 以下と検出感度を 10^{-5} まで高めることに世界で初めて成功した。結晶のひずみの測定には従来から X 線回折法が使われていた。しかし微小部を測定するために X 線ビームの集光度を高めると X 線の平行度が低下するため，空間分解能を 1 µm 以下にすると検出感度は 10^{-4} が限界であった。そこで富士電機は入射ビームを縮小するのではなく，試料で回折された X 線を，レンズの役割を果たすフレネルゾーンプレート（FZP）で拡大して高空間分解能化する方法によりこの問題を解決した。図はこの方法で幅 0.8 µm のトレンチ部分のひずみを測定した結果である。今後は，トレンチ構造を有するデバイスの性能向上にこの技術を適用していく予定である。

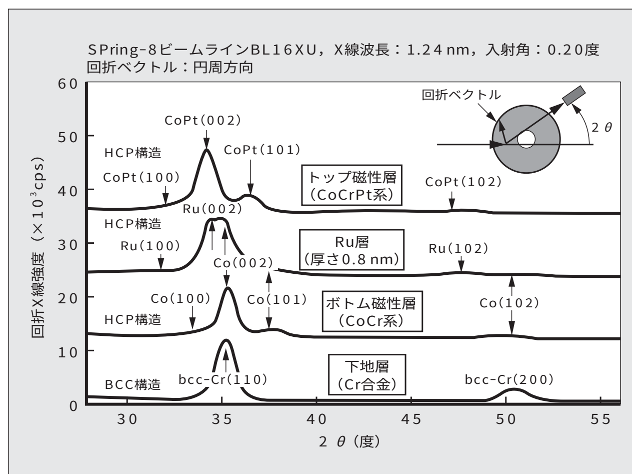
図 25　トレンチひずみ測定結果



2　媒体磁性層のナノレベル結晶解析

世界一強い X 線ビームを出す放射光施設 SPring-8 を利用し，磁気記録媒体（HD）の解析を進めた。記録密度向上に必要な記録ビットの熱安定性向上のため，極薄 Ru 層を持つ反強磁性交換結合（AFC）構造の記録媒体開発が進んでいる。SPring-8 利用 X 線面内回折法で極薄層測定技術を開発し，AFC 構造媒体の解析に適用した。その結果，厚さ 0.8 nm の Ru 層の回折ピークを明りょうに検出でき，ナノレベルでの結晶性・配向性解析が可能であることが分かった（図参照）。そして，ボトム磁性層/Ru 層/トップ磁性層がエピタキシャル的に結晶成長していることが判明し，これが強い反強磁性結合の起源であることが分かってきた。そのほか，垂直磁気記録媒体ではノイズの原因となる fcc 相の検出にも成功した。

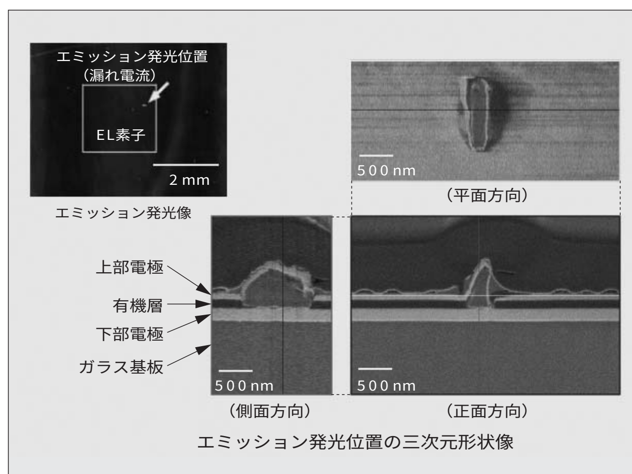
図 26　AFC 構造磁気記録媒体の各層の X 線面内回折



3　有機 EL パネルの三次元欠陥解析

有機 EL パネルの量産化に向けた課題の一つに信頼性の向上が挙げられ，欠陥解析の重要性が高まっている。このため，エミッション顕微鏡と断面加工観察装置（FIB-SEM）を用いた有機 EL パネルの三次元欠陥解析に取り組んでいる。本方法は，まずエミッション顕微鏡を用いて，微小電流を印加した有機 EL パネルについて漏れ電流起因のエミッション発光位置を特定する。次に，特定した発光位置について FIB-SEM を用いて集束イオンビームによる断面加工と走査電子顕微鏡像の撮影を交互に行い，各断面の走査電子顕微鏡像を合成して三次元形態情報を得る。本方法の特徴としては，欠陥箇所をサブミクロンオーダーの空間分解能で特定できること，また欠陥の一断面だけではなく欠陥全体の形態をナノオーダーの分解能で把握できることである。

図 27　有機 EL パネルの三次元欠陥解析



解析技術

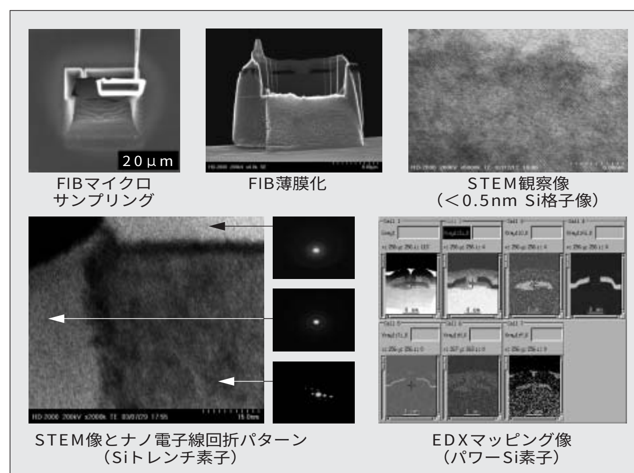
4　STEM によるデバイスの微小部解析

デバイスの特定微小部を FIB（収束イオンビーム加工装置）で十数 μm サイズのサンプルを取り出して厚さ 0.1 μm 以下の薄膜にするマイクロサンプリング法と，STEM（走査透過電子顕微鏡）によるナノサイズでの薄膜界面の形態・構造観察，組成分析などを短時間で行う基礎技術を確立した。

従来のサンプリング法および解析法に比べて，トータルの解析所要時間が約 1/10 に短縮され，ナノサイズ（原子サイズ）での定量的解析，高感度での二次元分析などが可能となった。

迅速な解析結果のフィードバックにより，デバイスのプロセス開発や品質保証などで大きく貢献している。

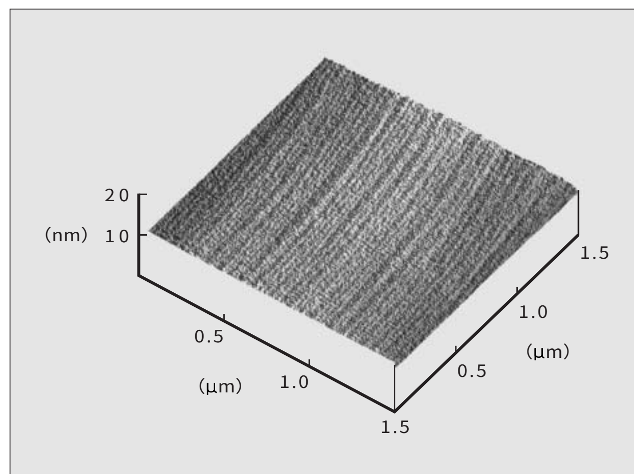
図 28　FIB サンプリング法と STEM 解析例



5　トレンチ側壁の平たん化とその評価・解析技術

シリコン基板にトレンチ（溝）を掘って，その側壁にゲートを形成するトレンチゲート素子では，トレンチ構造が素子特性・信頼性に大きく影響を及ぼすため，その最適化が重要な課題である。トレンチを形成したシリコン基板を水素アニール処理することにより，トレンチ側壁の加工ダメージを除去することができる。さらに，トレンチ側壁の AFM（原子間力顕微鏡）観察により，側壁に原子ステップが形成され，特徴的な挙動を伴ってトレンチの変形が進んでいることを見いだした。原子ステップの挙動についてメカニズムを明らかにするとともに，水素アニール技術のデバイスへの適用を検討し，トレンチを利用したデバイスの微細化と，デバイス信頼性の向上に貢献していく。

図 29　トレンチ側壁の AFM 像

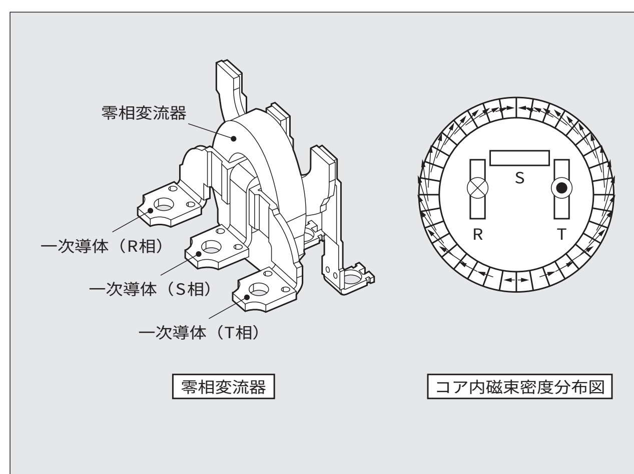


6　零相変流器における電磁界解析

漏電遮断器は小型化，世界の主要規格への対応，仕様変更への柔軟な対応などを図ってきている。一方で電磁界解析も有限要素法や並列計算技術などの各種手法により三次元解析，大規模解析への対応が図られ，さまざまな製品に適用されてきている。今回，積分要素法による電磁界解析を漏電遮断器の零相変流器に適用し，解析技術を確立した。

零相変流器は漏電遮断器の検出部の主要部品であり，一次側導体に地絡などが発生した場合，二次側コイルに誘導電流が流れ，地絡を検出する。想定される一次側電流の全域にわたって，一次側のコアが磁気飽和した場合でも，解析結果が実験結果とよく一致する結果が得られた。この結果を基に現在，さまざまな機種に適用されている。

図 30　零相変流器の電磁界解析結果



生産技術

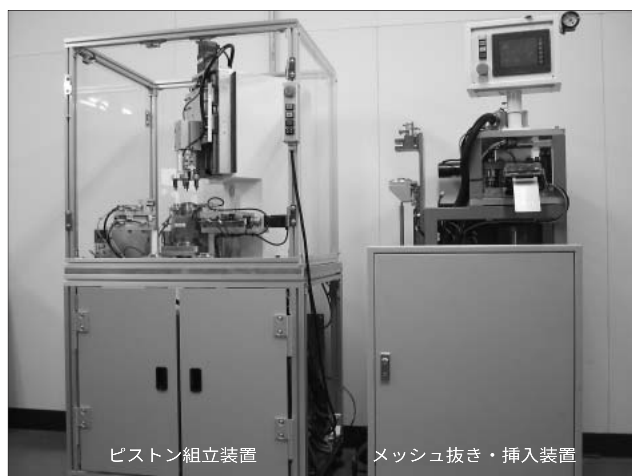
1　高機能複合加工・精密組立装置

パルスチューブ冷凍機組立工程において，組立作業の自動化を目指し，膨張部の極細線メッシュ抜き・挿入の複合加工装置および圧縮部ピストン組立の精密組立装置を開発した。

複合加工装置は，精密金型技術と組立技術の統合により，極細線メッシュの連続打抜き加工とランダム積層組立を同時に行うことで，作業時間の 1/4 短縮と低コスト化を実現した。精密組立装置は，ピストンと筐体（きょうたい）の振動解析技術・高精度位置決め技術・制御技術を統合した画期的な技術開発により，目視で確認できない微小すきまを可視化することで，クリアランスが数十 μm の精密組立を実現した。

新規事業開発の初期段階で，技術のブラックボックス化を実現し，商品競争力を飛躍的に高めることに貢献した。

図 31　メッシュ抜き挿入装置とピストン組立装置



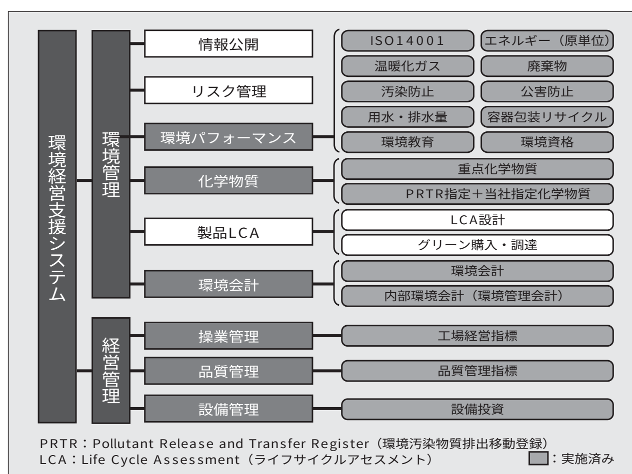
2　環境経営支援システム

富士電機グループの経営と環境保全活動を効果的に融合させながら，持続可能な循環型社会の実現に取り組むために，環境経営支援システム「FeSMART」（Fe Sustainable Management Support System）を構築し，運用を開始した。

このシステムは，Web ブラウザによりエネルギー使用量，廃棄物排出量，製品の環境負荷データなどの環境情報と，工場経営指標，品質管理指標，設備投資などの経営情報のデータ収集・処理を行い，経営層への情報提供と階層別にグループ内での情報共有化を可能にしている。

また，化学物質管理システム（EcoCHEMICAL）や環境会計ツールとの組合せにより環境情報の広範な収集を実現させた。今後は，LCA 設計やグリーン購入システムなどの構築・連携を図り，機能拡張していく予定である。

図 32　環境経営支援システムの構成

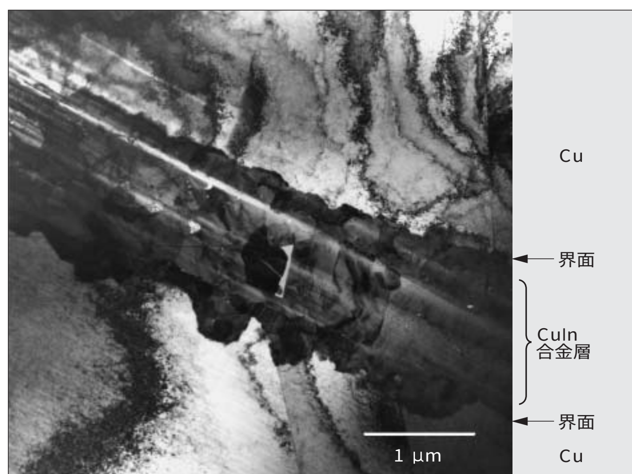


3　低融点金属薄膜によるフラックスレス直接接合

電子デバイス部品の実装には，鉛フリー化，フラックスレス，および接合温度低減の要求がある。富士電機ではこれらの要求を満たす接合プロセスとして，低融点金属膜を介した拡散・反応による接合界面を持たない高強度で信頼性のある接合部を形成することを目的とし，新たな接合技術の開発を進めてきた。Cu 同士の接合において真空蒸着法による In 膜（融点 430 K）を拡散材として，加熱・加圧接合を行い，せん断強度 30 MPa に達する接合体が得られた。また，反応層の組成は質量比で 52Cu48In であり，その融点は 873 K 以上となる。

今後，電子部品の電極パットに用いられる Al や Ni などの金属を対象として，さらなる異種材料の低融点金属膜による直接接合技術を確立する。

図 33　Cu/CuIn/Cu の TEM 観察像



技術業績の表彰・受賞一覧（2003年）順不同

●文部科学省・第 44 回創意工夫功労者表彰
（文部科学大臣賞）
「高圧部品の組合せ圧入作業方法の改善」
機器製作所　荻原　安雄
「セラミック製品釉薬塗布作業の改善」
機器製作所　近藤　和弘
「プレス加工部品の整列検査機の考案」
技術開発・生産センター　田島　孝二

●（社）電気学会（優秀論文発表賞）
「携帯機器用スイッチング電源制御 IC に適用する三角波発振回路」
（株）富士電機総合研究所　三添　公義

●（社）精密工学会（精密工学会高城賞）
「柔軟媒体搬送技術と学理に関する研究会の研究成果」
（株）富士電機総合研究所　川崎　哲治

●（財）新エネルギー財団・新エネ大賞（新エネルギー財団会長賞）
「燃料電池による下水汚泥消化ガスのコージェネレーションシステム」
富士電機（株）

●（財）電気科学技術奨励会
第 51 回電気科学技術奨励賞（オーム技術賞）
「高性能無効電力補償装置の開発」
（株）富士電機総合研究所　小西　茂雄
「世界初の立軸バルブ水車・発電機の開発と実機適用」
富士・フォイトハイドロ（株）　大谷　和雄
富士・フォイトハイドロ（株）　早馬　弘
〔東北電力（株）と共同〕

●（財）国土技術研究センター，（財）沿岸開発技術研究センター・第 5 回国土技術開発賞（優秀賞）
「水質監視システム（硝化細菌を用いた毒物検出バイオセンサの開発と実用化）」
水処理システム事業部　多田　弘
（株）富士電機総合研究所　田中　良春
〔（独）土木研究所と共同〕

●（社）日本プラントメンテナンス協会
2003 年度 PM 優秀製品賞（開発賞）
「ProHealth-TA（工具寿命診断システム）」
富士電機システムズ（株）　北谷　保治

●リデュース・リユース・リサイクル推進協議会
（会長賞）
「自動販売機の 3R への取組み」
富士電機リテイルシステムズ（株）　三重工場

●（社）日本電機工業会・IEC 活動推進会議（議長賞）
「IEC/TC105 WG4（定置用燃料電池発電システム性能試験方法）のコンビナーとして」
（株）富士電機総合研究所　山本　修

●（社）日本電機工業会
第 52 回電機工業技術功績者表彰
進歩賞
「個人被ばく線量管理システムの開発」
原子力・放射線事業部　青山　敬
東京システム製作所　小林　裕信

発達賞
「世界初の立軸バルブ水車・発電機の開発と実機適用」
水力事業推進室　小林　秀樹
水力事業推進室　松木　義雄
「パワー MOSFET SuperFAP-G シリーズの製品化」
松本工場　小林　孝
電子カンパニー　阿部　和
「エンジニアリング革命ツール HEART シリーズの開発」
東京システム製作所　吉野　稔
東京システム製作所　山口真砂晴

奨励賞
「600 V 用 IGBT モジュール U シリーズの開発」
電子カンパニー　百田　聖自
電子カンパニー　宮下　秀仁
「電車側引戸用リニアモータドライブの開発」
交通・特機事業部　梅澤幸太郎
電機システムカンパニー　稲毛　秋夫
「自動販売機搭載 Java プラットフォームの開発」
事業開発室　中谷　充良
自販機・特機事業部　高田　正実

●（社）発明協会・関東地方発明表彰
長野県支部長賞
「絶縁ゲート型半導体装置」
富士日立パワーセミコンダクタ（株）　山崎　智幸

発明奨励賞
「電磁石の駆動装置」
技術開発・生産センター　石川　公忠
「電磁接触器」
技術開発・生産センター　中村　豊
富士電機エフテック（株）　西澤　伸也
「回路遮断器の摺動接触構造」
技術開発・生産センター　大澤　誠
富士電機ジーイー（株）　小山　淳
技術企画室　高橋　龍典
技術開発・生産センター　淺川　浩司
技術開発・生産センター　内田　直司

●（社）発明協会・中部地方発明表彰
発明奨励賞
「自動販売機の庫内温度制御装置」
富士電機リテイルシステムズ（株）　前川　智律
「自動販売機の扉施錠装置」
富士電機リテイルシステムズ（株）　阿部　順一

●（社）発明協会・埼玉県支部長賞
（職場における創意工夫）
「プレス金型部品の微調整曲げ機構の考案」
機器製作所　藤原　明義
「セラミック成形体穴あけ機の考案」
機器製作所　田口　幸盛
「ワンタッチ式ワーク段取り治具の考案」
機器製作所　竹内　秀之

富士時報　Vol.77 No.1 2004（技術成果と展望）掲載項目一覧

富士時報　Vol.77 No.1 2004（技術成果と展望）掲載項目一覧

富士時報　Vol.77 No.1 2004（技術成果と展望）掲載項目一覧

富士時報　Vol.77 No.1 2004（技術成果と展望）掲載項目一覧

主要営業品目

富士電機システムズ(株)

情報・通信・制御システム，水処理・計測システム，電力システム，放射線管理システム，FA・物流システム，環境システム，電動力応用システム，産業用電源，車両用電機品，クリーンルーム設備，レーザ機器，ビジョン機器，電力量計，変電システム，火力機器，水力機器，原子力機器，省エネルギーシステム，新エネルギーシステム，UPS

富士電機機器制御(株)

電磁開閉器，操作表示機器，制御リレー，タイマ，ガス関連機器，配線用遮断器，漏電遮断器，限流ヒューズ，高圧受配電機器，電力制御機器，電力監視機器，交流電力調整器，検出用スイッチ，プログラマブルコントローラ，プログラマブル操作表示器，ネットワーク機器，インダクションモータ，同期モータ，ギヤードモータ，ブレーキモータ，ファン，クーラントポンプ，ブロワ，汎用インバータ，サーボシステム，加熱用インバータ，ミニUPS

富士電機デバイステクノロジー(株)

磁気記録媒体，パワートランジスタ，パワーモジュール，スマートパワーデバイス，整流ダイオード，モノリシックIC，ハイブリッドIC，半導体センサ，サージアブソーバ，感光体，画像周辺機器

富士電機リテイルシステムズ(株)

自動販売機，コインメカニズム，紙幣識別装置，貨幣処理システム，飲料ディスペンサ，自動給茶機，冷凍冷蔵ショーケース，カードシステム

富士時報	**第 77 巻　第 1 号**	平成 15 年 12 月 30 日　印刷 平成 16 年 1 月 10 日　発行 定価 735 円（本体 700 円・送料別）
編集兼発行人	原　嶋　孝　一	
発行所	富士電機ホールディングス株式会社 技術企画室	〒141-0032 東京都品川区大崎一丁目 11 番 2 号 （ゲートシティ大崎イーストタワー）
編集室	富士電機情報サービス株式会社内 「富士時報」編集室	〒151-0053 東京都渋谷区代々木四丁目 30 番 3 号 （新宿コヤマビル） 電話（03）5388－7826 FAX（03）5388－7369
印刷所	富士電機情報サービス株式会社	〒151-0053 東京都渋谷区代々木四丁目 30 番 3 号 （新宿コヤマビル） 電話（03）5388－8241
発売元	株式会社オーム社	〒101-8460 東京都千代田区神田錦町三丁目 1 番地 電話（03）3233－0641 振替口座　東京 6－20018

昭和 40 年 6 月 3 日　第三種郵便物認可　平成 16 年 1 月 10 日発行（年 6 回 1，3，5，7，9，11 月の 10 日発行）富士時報　第 77 巻　第 1 号（通巻第 824 号）



本誌は再生紙を使用しています。

雑誌コード 07797-1　　定価 735 円（本体 700 円）